



DEUTSCHES
PATENTAMT

- (21) Aktenzeichen: P 39 28 903.6
(22) Anmeldetag: 31. 8. 89
(43) Offenlegungstag: 26. 4. 90

DE 3928903 A1

- (30) Unionspriorität: (32) (33) (31)

31.08.88 JP P 63-217743

- (71) Anmelder:

Nissan Motor Co., Ltd., Yokohama, Kanagawa, JP

- (74) Vertreter:

Grünecker, A., Dipl.-Ing.; Kinkeldey, H., Dipl.-Ing.
Dr.-Ing.; Stockmair, W., Dipl.-Ing. Dr.-Ing. Ae.E. Cal
Tech; Schumann, K., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat.; Jakob,
P., Dipl.-Ing.; Bezold, G., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.;
Meister, W., Dipl.-Ing.; Hilgers, H., Dipl.-Ing.;
Meyer-Plath, H., Dipl.-Ing. Dr.-Ing.; Ehnold, A.,
Dipl.-Ing.; Schuster, T., Dipl.-Phys.; Goldbach, K.,
Dipl.-Ing. Dr.-Ing.; Aufenanger, M., Dipl.-Ing.,
Pat.-Anwälte, 8000 München

- (72) Erfinder:

Matsuda, Toshiro, Sagamihara, JP

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

- (54) Regelsystem für die Verteilung des Antriebsdrehmoments eines vierradgetriebenen Fahrzeuges

Ein Regelsystem für ein vierradgetriebenes Fahrzeug weist eine Übertragungskupplung auf, welche kontinuierlich ein Antriebsdrehmomentverteilungsverhältnis zwischen der Vorder- und der Hinterachse variieren kann, und eine Regelung zur Erzeugung eines Regelsignals zum Regeln des Verteilungsverhältnisses. Um die Stabilität des Fahrzeuges während einer negativen Beschleunigung zu verbessern, ist das Regelsystem mit einem Sensor zur Abtastung einer Motorgeschwindigkeit und/oder einer Drosselklappenöffnung und/oder eines Getriebeübersetzungsverhältnisses und/oder einer Fahrzeuggeschwindigkeit sowie anderer Fahrzeugbetriebsparameter versehen, welche die Motorbremsung beeinflussen, und mit einem Regelabschnitt versehen, um das Verteilungsverhältnis entsprechend dem Ausmaß der Motorbremsung zu steuern auf einen Pegel, der genügend höher als die Stufe des Zweiradantriebs ist, um ordnungsgemäß die Motorbremskraft zwischen der Vorder- und Hinterachse zu verteilen, und welcher genügend niedriger ist als die Vierradantriebsstufe, damit sich die Vorder- und Hinterachse mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten drehen können.

DE 3928903 A1

Beschreibung

Die folgenden, sämtlich übertragenen Patente und Patentanmeldungen in den Vereinigten Staaten von Amerika betreffen Regelsysteme für die Verteilung des Antriebsdrehmoments ähnlich der vorliegenden Erfindung:

- (1) U.S.-Patent 47 57 870;
- (2) U.S.-Patent 47 54 834;
- (3) U.S.-Patent 47 73 500;
- (4) U.S.-Patent 47 76 424;
- (5) U.S.-Patentanmeldung Nr. 07/1 27 319, eingereicht am 2. Dezember 1987;
- (6) U.S.-Patentanmeldung Nr. 07/2 77 746, eingereicht am 30. November 1988;
- (7) U.S.-Patentanmeldung Nr. 07/2 54 626, eingereicht am 7. Oktober 1988;
- (8) U.S.-Patentanmeldung Nr. 07/2 54 875, eingereicht am 7. Oktober 1988;
- (9) U.S.-Patentanmeldung Nr. 07/2 55 820, eingereicht am 11. Oktober 1988;
- (10) U.S.-Patentanmeldung Nr. 07/2 77 377, eingereicht am 29. November 1988;
- (11) U.S.-Patentanmeldung Nr. 07/2 55 939, eingereicht am 11. Oktober 1988; und
- (12) U.S.-Patentanmeldung, welche gleichzeitig mit dieser Anmeldung eingereicht werden soll, auf der Grundlage der japanischen Patentanmeldung Nr. 63-217744 (internes Aktenzeichen: 087-89).

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Regelsystem zur Verteilung des Antriebsdrehmoments (oder der Antriebskraft) für ein vierrad- oder allradgetriebenes Fahrzeug und genauer ein Regelsystem für die Verteilung des Antriebsdrehmoments, welches die Stabilität des Fahrzeugs dadurch sicherstellt, daß eine Motorbremskraft während der Abbremsung zwischen der Vorder- und Hinterachse verteilt wird.

Die vorläufige japanische Patentveröffentlichung Nr. 61-249859 beschreibt ein Fahrzeug, welches mit einem Vierradantriebssystem und einem Antischlupfbremsregelsystem versehen ist. Das Vierradantriebssystem dieses Beispiels nach dem Stand der Technik ist mit einer Übertragungskupplung versehen, um das Antriebssystem von dem Zweiradantrieb auf den Vierradantrieb oder in umgekehrter Richtung umzuschalten. Wenn die Bremsen betätigt werden, wird die Übertragungskupplung gelöst, um die Vorderräder von dem Motor zu trennen und um das Antriebssystem in den Zweiradantriebszustand zu bringen, und das Antischlupfbremsregelsystem regelt die Bremse jedes Rades durch Verwendung der Radgeschwindigkeit der nichtangetriebenen Vorderräder, um eine verlässliche und ordnungsgemäße Betriebsweise der Antischlupfbremsenregelung aufrechtzuerhalten, ohne unerwünschte Einflüsse von Änderungen des Drehmoments des Motors und Änderungen des Drehträgheitsmoments infolge eines Gangwechsels des Getriebes zu empfangen.

In dem Zustand mit Vierrad- oder Allradantrieb sind die Geschwindigkeiten der Vorder- und Hinterräder synchronisiert, und das Trägheitsmoment jedes Rades ist groß, so daß Änderungen der Radgeschwindigkeiten klein werden, und es wird schwierig, aus den Radgeschwindigkeiten eine annähernde Fahrzeuggeschwindigkeit zu bestimmen. Dies ist der Grund dafür, daß das konventionelle Vierradantriebssystem vom Vierradantrieb auf den Zweiradantrieb umgeschaltet wird, wenn

das Fahrzeug in einen Bremsenden Zustand gelangt oder wenn das Antischlupfbremsregelsystem seinen Betrieb aufnimmt.

Allerdings wird in dem Zweiradantriebszustand die gesamte Kraft der Motorbremsung nur auf die Hinterräder ausgeübt. Daher nimmt die Geschwindigkeit der Hinterräder zu sehr vor der Geschwindigkeit der Vorderräder ab, und die Kurvenhaltekraft der Hinterräder wird geringer, so daß die Neigung zum Auftreten eines Drehers des Fahrzeuges vergrößert wird, insbesondere auf einer Straße mit geringem Reibungskoeffizienten, beispielsweise einer schnee- oder eisbedeckten Straße oder einer regennassen Straße. Wenn das Antriebssystem in den Zweiradantriebszustand gebracht wird, in welchem nur die Vorderräder durch den Motor angetrieben werden, wird die Vorderradkurventragsfähigkeit so gering, daß die Neigung zum Herausdriften vergrößert wird. In jedem Fall wird das Verhalten des vierrad- angetriebenen Fahrzeuges während der negativen Beschleunigung instabil.

Ein Hauptvorteil der vorliegenden Erfindung liegt in der Bereitstellung eines Regelsystems zur Verteilung eines Antriebsdrehmomentes, welches die Stabilität des vierradgetriebenen Fahrzeuges selbst bei einer Abbremsung (negativen Beschleunigung) aufrechterhalten kann.

Gemäß der vorliegenden Erfindung weist ein Regelsystem zur Verteilung einer Antriebskraft (eines Antriebsdrehmomentes) für ein Fahrzeug eine Betätigungseinrichtung zum Variieren eines Antriebskraftverteilungsverhältnisses auf, welches ein Verhältnis einerseits einer Antriebskraft darstellt, die von einem Motor des Fahrzeugs an sekundäre Antriebsräder des Fahrzeuges übertragen wird, zu andererseits einer Antriebskraft, die von dem Motor an primäre Antriebsräder des Fahrzeuges übertragen wird, in Übereinstimmung mit einem Regelsignal zur Verteilung einer Antriebskraft, und weist eine Einrichtung zur Abschätzung einer Motorbremswirkung auf, die auf das Fahrzeug ausgeübt wird, und eine Regeleinrichtung zum Regeln des Antriebskraftverteilungsverhältnisses durch Erzeugung des Regelsignals in Übereinstimmung mit der Motorbremswirkung, welche durch die Abschätzeinrichtung abgeschätzt wurde. Fig. 1 zeigt diese drei Einrichtungen schematisch mittels durchgezogener Linien.

Das Regelsystem gemäß der vorliegenden Erfindung kann weiterhin eine Einrichtung zur Abtastung eines negativen Beschleunigungszustandes des Fahrzeuges aufweisen, wie schematisch durch eine unterbrochene Linie in Fig. 1 gezeigt ist. In diesem Fall wird das Antriebskraftverteilungsverhältnis in Übereinstimmung mit der Motorbremswirkung gesteuert, wenn der Zustand der negativen Beschleunigung vorliegt.

Die Erfindung wird nachstehend anhand zeichnerisch dargestellter Ausführungsbeispiele näher erläutert, aus welchen weitere Vorteile und Merkmale hervorgehen. Es zeigt

Fig. 1 ein Blockschaltbild mit einer schematischen Darstellung von in der vorliegenden Erfindung verwendeten Grundelementen;

Fig. 2 eine schematische Ansicht eines Fahrzeuges zur Darstellung einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 3 ein Blockschaltbild mit einer Darstellung einer Regelung gemäß der ersten Ausführungsform und anderer der Regelung zugeordneter Teile;

Fig. 4 eine graphische Darstellung einer Beziehung eines an Vorderräder über eine in Fig. 3 dargestellte

Übertragungskupplung übertragenen Drehmoments in bezug auf einen Kupplungsflüssigkeitsdruck;

Fig. 5 eine graphische Darstellung einer Beziehung des Kupplungsflüssigkeitsdrucks in bezug auf einen Steuerstrom, der einem in Fig. 3 gezeigten Druckregelventil zugeführt wird;

Fig. 6 eine schematische Ansicht mit einer Darstellung eines Drehsensors, der als jeder der in Fig. 3 gezeigten Drehsensoren 21FL, 21FR und 21R verwendet wird;

Fig. 7 ein Blockschaltbild mit einer Darstellung eines Abnormitätssensors 23 und eines fehlersicheren Abschnitts 35 aus Fig. 3;

Fig. 8 ein Blockschaltbild mit einer Darstellung eines Verringerungsabschnitts 32 für die Kupplungseingriffskraft gemäß Fig. 3;

Fig. 9 ein Zeitablaufdiagramm zur Erläuterung von Betriebsabläufen des Regelsystems gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 10 eine graphische Darstellung einer Beziehung einer zweiten Kupplungseingriffskraft T_{EB} in bezug auf eine Motorgeschwindigkeit, welche bei der ersten Ausführungsform verwendet wird;

Fig. 11 ein Blockschaltbild mit einer Darstellung eines Schaltkreises 62, der in Fig. 3 gezeigt ist, zur Bestimmung einer annähernden Fahrzeuggeschwindigkeit V_i ;

Fig. 12 ein Flußdiagramm mit einer Darstellung eines Regelvorgangs, welcher durch einen in Fig. 3 gezeigten Antischlupfregelabschnitt durchgeführt wird;

Fig. 13 eine Ansicht mit einer Darstellung eines Regelzusammenhangs, welcher von dem Antischlupfregelabschnitt verwendet wird;

Fig. 14 eine schematische Ansicht mit einer Darstellung einer Regelung gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung sowie andere, zur Regelung gehörende Teile;

Fig. 15 eine graphische Darstellung zur Erläuterung von Betriebsabläufen des Regelsystems gemäß der zweiten Ausführungsform;

Fig. 16 ein Blockschaltbild mit einer Darstellung eines weiteren Beispiels eines zweiten Bestimmungsabschnitts 33 für die Kupplungseingriffskraft, welcher bei den voranstehenden Ausführungsformen verwendet wird;

Fig. 17 eine graphische Darstellung einer in dem Beispiel gemäß Fig. 16 verwendeten Beziehung der Kupplungseingriffskraft T_{EB} in bezug auf eine Gaspedallage;

Fig. 18 ein Blockschaltbild mit einer Darstellung eines weiteren Beispiels des zweiten Bestimmungsabschnitts 33 für die Kupplungseingriffskraft;

Fig. 19 eine graphische Darstellung einer Beziehung, welche bei der vorliegenden Erfindung verwendet wird, zwischen der Kupplungseingriffskraft T_{EB} und der Motorgeschwindigkeit, wobei eine Schaltgetriebebelage als ein Parameter genommen wird; und

Fig. 20 eine graphische Darstellung einer Beziehung zwischen der Kupplungseingriffskraft T_{EB} und der annähernden Fahrzeuggeschwindigkeit, welche bei der vorliegenden Erfindung verwendet werden kann.

Eine erste Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist in den Fig. 2 und 3 dargestellt.

Ein vierradgetriebenes Fahrzeug, das in Fig. 2 gezeigt ist, weist einen Motor 1 auf, ein linkes und ein rechtes Vorderrad 2FL beziehungsweise 2FR, ein linkes und ein rechtes Hinterrad 2RL beziehungsweise 2RR, ein Antriebssystem 3, welches stetig eine Antriebskraftverteilung zwischen den Vorder- und Hinterrädern variieren kann, sowie ein Verteilungsregelsystem 4 für das An-

triebsdrehmoment.

Das Antriebssystem 3 umfaßt ein Getriebe 5 zur Änderung eines Gangverhältnisses zwischen Eingangs- und Ausgangsgeschwindigkeiten und eine Übertragung 6 zum Verteilen der Antriebskraft (des Antriebsdrehmoments), welche von dem Motor 1 durch das Getriebe 5 übertragen wird, zwischen den Vorder- und Hinterrädern. In der ersten Ausführungsform (ebenso wie bei der in Fig. 14 gezeigten zweiten Ausführungsform) stellen die Hinterräder 2RL und 2RR primäre Antriebsräder dar, die immer in Antriebsverbindung mit einer Ausgangswelle des Getriebes 5 sind, und die Vorderräder 2FL und 2FR sind sekundäre Antriebsräder, welche durch die Übertragung 6 von dem Getriebe 5 abgetrennt werden können.

Von der Übertragung 6 wird eine Vorderradantriebskraft (Drehmoment) durch eine vordere Antriebswelle 7, ein vorderes Differentialgetriebe 8 und Vorderradachswellen 9 an die Vorderräder 2FL und 2FR übertragen. Eine Hinterradantriebskraft (Drehmoment) wird von der Übertragung 6 durch eine hintere Antriebswelle (Kardanwelle) 10 übertragen, ein hinteres Differentialgetriebe (Ausgleichsgetriebe) 11 und Hinterradachswellen 12 an die Hinterräder 2RL und 2RR.

Wie schematisch in Fig. 2 gezeigt ist, weist die Übertragung 6 eine Eingangswelle 15 auf, eine Übertragungskupplung 16 sowie eine Getriebeanordnung 17. Ein Ende der Eingangswelle 15 ist mit der Ausgangswelle des Getriebes 5 verbunden, und das andere Ende der Eingangswelle 15 ist mit der hinteren Antriebswelle 10 verbunden. Die Übertragungskupplung 16 bei dieser Ausführungsform ist eine Mehrfachscheibenaßkupplung. Die Übertragungskupplung 16 ist in einem Antriebsstrang zu den Vorderrädern angeordnet. Daher kann die Übertragungskupplung 16 die Antriebsverbindung zwischen dem Getriebe 5 und den Vorderrädern herstellen und unterbrechen und kann die Antriebskraftverteilung zwischen den Vorder- und Hinterrädern kontinuierlich variieren. Der Getriebe-Strang 17 ist zwischen der Übertragungskupplung 16 und der vorderen Antriebswelle 7 angeordnet. Wenn die Übertragungskupplung 16 sich nicht in dem vollständig ausgerückten Zustand befindet, wird die Vorderradantriebskraft von der Übertragungskupplung 15 durch den Getriebe-Strang 17 an die vordere Antriebswelle 7 übertragen.

Die Übertragungskupplung 16 weist eine Kupplungstrommel 16a auf, welche mit der Eingangswelle 15 ver-
stiftet ist, Reibungsplatten 16b, die mit der Kupplungstrommel 16a in Eingriff stehen, eine Kupplungs-
nabe 16c, welche drehbar über Nadellager auf der Eingangswelle 15 montiert ist, mit der Kupplungs-
nabe 16c in Eingriff befindliche Reibungsscheiben 16d, einen Kupplungs-
kolben 16e, der auf einer Seite der alternierenden Packung der Reibungsplatten und Reibungsscheiben 16b beziehungsweise 16d vorgesehen ist, eine zwischen dem Kolben 16e und der Kupplungstrommel 16a ausgebildete Zylinderkammer 16f sowie eine auf den Kolben 16e wirkende Rückstellfeder 16g.

Der Getriebe-Strang 17 weist ein mit der Kupplungs-
nabe 16c ver-
stiftetes Eingangsgetriebe 17a auf, ein mit dem Eingangsgetriebe 17a in Eingriff stehendes Zwischengetriebe 17b und ein Ausgangsgetriebe 17c, welches im Eingriff mit dem Zwischengetriebe 17b steht und mit der vorderen Antriebswelle 7 verbunden ist.

Wenn in der Zylinderkammer 16f der Fluidruck null ist, so befinden sich mit Hilfe der Rückkehrfeder 16g die Reibungsplatten 16b und die Reibungsscheiben 16d nicht im Eingriff. In diesem Zustand wird das gesamte,

von dem Motor 1 an die Eingangs- weile 15 der Übertragung 6 übermittelte Drehmoment an die Hinterräder durch die hintere Antriebswelle 10 übertragen, und es wird kein Drehmoment an die Vorderräder übertragen. Dieser Zustand stellt einen vollständigen Zweiradantriebszustand dar. Wenn ein Steueröldruck P_c an die Zylinderkammer 16f angelegt wird, drückt der Kuppelungskolben 16e auf die Packung der Reibungsplatten und Reibungsscheiben und erzeugt eine Kupplungseingriffskraft infolge einer Reibung zwischen den Reibungsplatten 16b und den Reibungsscheiben 16d, so daß ein Teil des Eingangsdrehmoments an die Vorderräder über die vordere Antriebswelle 7 übertragen wird. Eine Beziehung zwischen einem Vorderradantriebsmoment DT , welches über die Übertragungskupplung 16 an die Vorderräder übertragen wird, und einem Öldruck P ist gegeben durch:

$$DT = P \times S \times 2n \times \mu \times r_m \quad (1)$$

wobei S eine Druckwirkungsfläche des Kolbens 16e ist, n die Anzahl der Reibungsscheiben, μ ein Reibungskoeffizient der Kupplungsplatten und r_m ein effektiver Radius für Drehmomentübertragung. Daher ist das durch die Übertragungskupplung 16 übertragene Drehmoment DT im wesentlichen proportional dem Steueröldruck P_c , wie in Fig. 4 dargestellt ist. Daher kann ein Verteilungsverhältnis einer Antriebskraft (eines Antriebsdrehmoments) kontinuierlich variiert werden, welches ein Verhältnis des Vorderradantriebsdrehmoments, welches an die Vorderräder übertragen wird, zu dem Antriebsdrehmoment der Hinterräder darstellt, das an die Hinterräder übertragen wird, und zwar kann eine Variation von einem Minimalwert (0 : 100, vollständiger Zweiradantriebszustand) bis zu einem Maximalwert (50 : 50, vollständiger Vierradantriebszustand) erfolgen durch Variation der Eingriffskraft der Übertragungskupplung 16.

Ähnliche Übertragungen sind in den voranstehend angegebenen U.S.-amerikanischen Patenten 47 57 870, 47 54 834, 47 73 500 und 47 76 424 beschrieben.

Das Regelsystem 4 für die Antriebskraftverteilung weist eine Hydraulikeinheit 20 zum Liefern des Fluidsteuerdruckes P_c zur Übertragungskupplung 16 auf, eine Gruppe von Sensoren und eine Steuerung 25. Die Sensoren sind vordere Drehsensoren 21FL und 21FR zur Abtastung der Anzahl der Drehungen n_{FL} des linken Vorderrades 2FL beziehungsweise der Anzahl von Drehungen n_{FR} des rechten Vorderrades 2FR, ein hinterer Drehsensor 21R zur Abtastung der Anzahl von Drehungen n_R der Hinterräder 2RL und 2RR durch Abtastung der Anzahl von Drehungen der hinteren Antriebswelle 10, ein Querbeschleunigungssensor 22Y zur Abtastung einer Querbeschleunigung Y_G der Fahrzeugkarosserie, ein Längsbeschleunigungssensor 22X zur Abtastung einer Längsbeschleunigung X_G der Fahrzeugkarosserie, ein Abnormitätssensor 23 zur Abtastung nicht normaler Vorgänge in den Teilen des Regelsystems 4 und ein Kurbelwinkelsensor 24 zur Abtastung eines Kurbelwinkels C_D des Motors 1. Von diesen Sensoren erzeugte Signale werden der Steuerung 25 eingegeben.

Die Hydraulikeinheit 20 umfaßt einen elektrischen Motor 20a, einen Öltank 20b, eine von dem Motor 20a angetriebene Ölpumpe 20c, die so angeordnet ist, daß sie unter Druck stehendes Öl durch Saugen des Öls von dem Tank 20b an die Übertragungskupplung 16 liefert, ein auf der Ausgangsseite der Pumpe 20c angeordnetes Rückschlagventil 20d, einen Sammler 20e, der mit einem

Verbindungspunkt eines Kanals zwischen dem Rückschlagventil 20d und der Übertragungskupplung 16 angeordnet ist, und ein Drucksteuerventil 20f der Art mit elektromagnetischer proportionaler Regelung, welches in dem Ölkanal zwischen dem voranstehend angegebenen Verbindungspunkt und der Übertragungskupplung 16 angeordnet ist. Das Drucksteuerventil 20f variiert den Ölsteuerdruck P_c , der an die Übertragungskupplung 16 geliefert wird, in Übereinstimmung mit einem Steuerstrom I_{so} , der an eine proportionale Magnetspule 20g des Drucksteuerventils 20f geliefert wird. Wie in Fig. 5 gezeigt ist, ändert sich der Steuerdruck P_c proportional zum Befehlsstrom I_{so} für die Energieversorgung der Magnetspule 20g. Ein Ende einer Magnetisierungswicklung des Motors 20a ist über ein Motorrelais 20h mit einer positiven Spannungsquelle B verbunden, und das andere Ende der Wicklung ist an Masse gelegt. Das Motorrelais 20h wird durch einen Druckschalter 20i über einen Schalttransistor 20j gesteuert. Der Druckschalter 20i ist so angeordnet, daß er einen Leitungsdruck in dem Ölkanal zwischen dem Sammler 20e und dem Drucksteuerventil 20f feststellt. Der Schalttransistor 20j weist eine Basis auf, die mit der positiven Stromquelle B über einen Widerstand R_1 und den Druckschalter 20i verbunden ist, einen Kollektor, der mit der positiven Spannungsquelle B über eine Relaispule des Motorrelais 20h verbunden ist, und einen an Masse gelegten Emitter. Wenn der Leitungsdruck in dem Kanal zwischen dem Sammler 20e und dem Drucksteuerventil 20f größer oder gleich einem vorbestimmten Druck ist, so befindet sich der Druckschalter 20i in einem ausgeschalteten Zustand, um den Schalttransistor 20j auszuschalten. Daher veranlaßt der Schalttransistor 20j in seinem ausgeschalteten Zustand einen normalerweise offenen Kontakt des Motorrelais 20h zum Öffnen und schaltet den elektrischen Motor 20a ab. Wenn der Leitungsdruck zwischen dem Sammler 20e und dem Drucksteuerventil 20f geringer ist als der vorbestimmte Druck, so wird der Druckschalter 20f in einen eingeschalteten Zustand versetzt, um den Schalttransistor 20j einzuschalten. Daher veranlaßt das Motorrelais 20h seinen normalerweise offenen Kontakt zur Energieversorgung und veranlaßt die Ölpumpe 20c zum Erhöhen des Leitungsdrucks durch Einschalten des elektrischen Motors 20a.

Eine Spulentriebsschaltung 20k ist mit einem Ende der Magnetspule 20g des Drucksteuerventils 20f verbunden, und deren anderes Ende ist mit der positiven Stromquelle B verbunden. Die Spulentriebsschaltung 20k weist einen Operationsverstärker OP_1 auf, dessen nicht invertierender Eingang so angeordnet ist, daß er eine Steuerspannung V_c von der Steuerung 25 empfängt, und einen Leistungstransistor 20l, der eine Basis aufweist, die über einen Widerstand R_2 mit dem Ausgang des Operationsverstärkers OP_1 verbunden ist, einen Kollektor, der mit einem Ende der Magnetspule 20g verbunden ist, und einen mit Masse über einen Widerstand R_3 verbundenen Emitter.

Jeder der Drehsensoren 21FL, 21FR und 21R ist mit einem Rotor 21a, einem Magneten 21b und einer Spule 21c versehen, wie in Fig. 6 dargestellt ist. Die Rotoren 21a der Drehsensoren 21FL, 21FR und 21R sind an der linken beziehungsweise rechten vorderen Achswelle 9 beziehungsweise an der hinteren Antriebswelle 10 angeordnet. In jedem Drehsensor weist der Rotor 21 einen gezahnten Umfang auf, und der Magnet 21b liegt dem Umfang des Rotors 21a gegenüber. Die Spule 21c ist so angeordnet, daß sie eine induzierte EMK durch den Magnetfluß des Magneten 21b feststellt. Die elektromo-

torische Kraft, die eine der Drehgeschwindigkeit des Rotors 21a entsprechend Frequenz aufweist, wird von der Spule 21c an die Steuerung 25 geliefert.

Der Querschleunigungssensor 22Y erzeugt ein Spannungssignal Y_G , das der in der Fahrzeugkarosserie erzeugten festgestellten Querschleunigung entspricht, und liefert dieses Signal an die Steuerung 25. Der Längsbeschleunigungssensor 22X erzeugt ein Spannungssignal X_G , welches der Längsbeschleunigung entspricht, die in der Fahrzeugkarosserie erzeugt wird, und liefert dieses Signal an die Steuerung 25.

Wie in Fig. 7 dargestellt ist, weist der Abnormitätssensor 23 eine erste, zweite, dritte und vierte Nachweisschaltung 23a, 23b, 23c beziehungsweise 23g auf. Die erste Nachweisschaltung 23a ist mit drei Abschnitten versehen, welche nicht normale Bedingungen feststellen, beispielsweise einen unterbrochenen Draht, der Drehsensoren 21FL, 21FR beziehungsweise 21R, und zwar durch Feststellen der Abwesenheit der Ausgangssignale dieser drei Sensoren, und erzeugt Abnormitätsnachweissignale RA_1 , RA_2 und RA_3 . Jeder Abschnitt der ersten Nachweisschaltung 23a erzeugt ein Drehsensor-Abnormitätsnachweissignal RA_1 , RA_2 oder RA_3 des logischen Wertes "1", wenn ein derartiger nicht normaler Zustand länger als eine vorbestimmte Zeitdauer auftritt, beispielsweise 0,5 Sekunden. Die zweite Nachweisschaltung 23b ist so ausgelegt, daß sie eine Abnormität auf der Ausgangsseite des Querschleunigungssensors 22Y feststellt, und zwar durch Vergleich des Ausgangssignals Y_G , welches durch den Querschleunigungssensor 22Y erzeugt wird, mit einem vorbestimmten Wert V_s (beispielsweise ein vorbestimmter Spannungswert, der 1,2 g entspricht, einem normalerweise nicht erreichten Wert). Die zweite Nachweisschaltung 23b erzeugt ein Querschleunigungssensor-Abnormitätsnachweissignal YA des logischen Wertes "1", wenn ein abnormer Zustand, in welchen Y_G höher ist als V_s , länger als eine vorbestimmte Zeitdauer anhält, beispielsweise 0,5 Sekunden. Die dritte Nachweisschaltung 23c ist so ausgelegt, daß sie Abnormitäten in dem Motor 20a, der Pumpe 20c und dem Motorrelais 20h der Hydraulikeinheit 20 feststellt und daß sie ein Motorabnormitätsnachweissignal MA des logischen Wertes "1" erzeugt, falls irgendeine der Abnormitäten in diesen Teilen länger als beispielsweise 0,5 Sekunden anhält. Die vierte Nachweisschaltung 23g weist drei Abschnitte 23d, 23e und 23f auf. Der erste Abschnitt 23d weist eine unterbrochene Verbindung in der Magnetspule 20g des Drucksteuerventils 20f nach und erzeugt ein Unterbrechungsnachweissignal CS des logischen Wertes "1", falls ein abnormer Zustand mit fehlender Verbindung länger als beispielsweise 0,5 Sekunden anhält. Der zweite Abschnitt 23e weist einen Kurzschluß in der Magnetspule 20g nach und erzeugt ein Kurzschlußnachweissignal SS des logischen Wertes "1", wenn ein Kurzschlußzustand länger anhält als die vorbestimmte Zeitdauer, beispielsweise 0,5 Sekunden. Der dritte Abschnitt 23f ist so ausgelegt, daß er eine Abnormität in der Stromversorgung für die Magnetspule 20g feststellt, und erzeugt ein Stromversorgungs-Abnormitätsnachweissignal PA des logischen Wertes "1", wenn ein nicht normaler Zustand in der Stromversorgung für die Magnetspule 20g länger anhält als beispielsweise 0,5 Sekunden.

Die Steuerung 25 weist einen Antriebskraftverteilungssteuerabschnitt 28 und einen Antischlupfsteuerabschnitt 29 auf, wie in Fig. 3 dargestellt ist.

Der Antriebskraftverteilungssteuerabschnitt 28 weist einen ersten Kupplungseingriffskraftberechnungsab-

schnitt 31 zur Berechnung einer ersten Kupplungseingriffskraft T_M in Übereinstimmung mit den Ausgangssignalen der Drehsensoren 21FL, 21FR und 21R und des Querschleunigungssensors Y_G auf, einen Kupplungseingriffskraftverringersabschnitt 32 zum Verringern der Kupplungseingriffskraft, einen zweiten Kupplungseingriffskraftberechnungsabschnitt 33 zur Berechnung einer zweiten Kupplungseingriffskraft T_{EB} , welche von dem Ausmaß der Motorbremsung entsprechend dem Ausgangssignal des Kurbelwinkelsensors 24 abhängt, einen Fehlersicherheitsabschnitt 35 zur Erzeugung erster und zweiter Abnormitätssignale AB_1 und AB_2 entsprechend den Signalen des Abnormitätssensors 23, einen analogen Multiplexer (Selektor) 36 zur Auswahl einer der unterschiedlichen Größen der Kupplungseingriffskraft in Übereinstimmung mit den Abnormitätssignalen und einen Ausgangsabschnitt 37 zum Antrieb der Magnetspule 20g der Hydraulikeinheit 20 entsprechend dem Ausgang des analogen Multiplexers 36.

Der erste Kupplungseingriffskraftberechnungsabschnitt 31 weist drei Schaltungen 41FL, 41FR und 41R auf zur Berechnung einer Radgeschwindigkeit (Umfangsgeschwindigkeit) V_{WFL} des linken Vorderrades 2FL, einer Radgeschwindigkeit V_{WFR} des rechten Vorderrades 2FR und der Radgeschwindigkeit V_{WR} der Hinterräder, eine Schaltung 42 zur Berechnung einer Geschwindigkeitsdifferenz DV_w der Vorder- und Hinterräder, eine Schaltung 44 zum Empfang der Querschleunigung Y_G von dem Querschleunigungssensor 22Y durch ein Eingangsfilter 43 und zur Bestimmung einer Verstärkung K entsprechend der Querschleunigung Y_G und eine Schaltung 45 zur Berechnung der ersten Kupplungseingriffskraft T_M entsprechend der Geschwindigkeitsdifferenz DV_w und der Verstärkung K . Die Radgeschwindigkeitsberechnungsschaltungen 41FL, 41FR beziehungsweise 41R empfangen die Anzahl von Umdrehungen n_{FL} , n_{FR} und n_R und bestimmen die Radgeschwindigkeiten (Umfangsgeschwindigkeiten) V_{WFL} , V_{WFR} und V_{WR} aus der Anzahl der Umdrehungen und dem Radius jedes Rades. Die Berechnungsschaltung 42 für die Geschwindigkeitsdifferenz der Vorder- und Hinterräder bestimmt die Vorder-/Hinterradgeschwindigkeitsdifferenz DV_w zwischen der Vorderadgeschwindigkeit und der Hinterradgeschwindigkeit aus der Geschwindigkeit V_{WFL} des linken Vorderrades und der Radgeschwindigkeit V_{WFR} des rechten Vorderrades und aus der Hinterradgeschwindigkeit V_{WR} in Übereinstimmung mit der folgenden Gleichung (2):

$$DV_w = 2V_{WR} - V_{WFL} - V_{WFR} \quad (2)$$

Die durch die Verstärkungsberechnungsschaltung 44 bestimmte Verstärkung K ist proportional dem Kehrwert der Querschleunigung Y_G ($K = a/Y_G$ mit einer Konstanten a). Die erste Kupplungseingriffskraftberechnungsschaltung 45 bestimmt die erste Kupplungseingriffskraft T_M durch Multiplizieren des Absolutwertes der Vorderrad-/Hinterrad-Geschwindigkeitsdifferenz DV_w , welche durch die Schaltung 42 bestimmt wird, mit der durch die Schaltung 44 bestimmten Verstärkung K . Es ist also $T_M = k \times |DV_w|$.

Der Höhenauswahlschalter 38 wählt aus, welche Kraft einen größeren Wert aufweist zwischen der ersten beziehungsweise zweiten Kupplungseingriffskraft T_M beziehungsweise T_{EB} . Daher ist das Ausgangssignal des Höhenauswahlschalters 38 gleich T_M , wenn T_M größer ist als T_{EB} , und gleich T_{EB} , wenn T_{EB} größer ist als T_M .

Der Kupplungseingriffskraftverringerungsabschnitt 32 weist, wie in Fig. 8 ge- st, einen Analog-Digitalwandler 46 auf, ein Sch gister 47, einen Digital-Analogwandler 48 und eine Kupplungseingriffskraftverringerungsschaltung 49. Der A/D-Wandler 46 empfängt gemäß der Auswahl des Höhenauswahlschalters 38 eine, nämlich entweder die erste oder die zweite, Eingriffskraft T_M beziehungsweise T_{EB} und wandelt die ausgewählte Kupplungseingriffskraft aus einem analogen Signal in ein digitales Signal um. Das Schieberegister 47 speichert aufeinanderfolgend Werte des von dem A/D-Wandler 46 ausgegebenen digitalen Signals und gibt eine verzögerte Kupplungseingriffskraft T_{MD} zu einem Zeitpunkt aus, der durch das vorbestimmte Zeitintervall (0,5 Sekunden) des Abnormitätssensors 23 verzögert ist. Die verzögerte Kupplungseingriffskraft T_{MD} des Schieberegisters 47 wird durch den D/A-Wandler 48 in die Kupplungseingriffskraftverringerungsschaltung 49 eingegeben.

Die Kupplungseingriffskraftverringerungsschaltung 49 weist einen ersten Feldeffekttransistor 52 auf, der als ein analoger Schalter dient, einen Integrator 56 und einen Addierer 57, wie in Fig. 8 gezeigt ist. Der Feldeffekttransistor 52 weist einen Drain auf, der die verzögerte Kupplungseingriffskraft T_{MD} in analoger Form von dem D/A-Wandler 48 empfängt, ein Gate, welches das erste Abnormitätsnachweissignal AB_1 von dem fehlersicheren Abschnitt 35 durch einen monostabilen Multivibrator 51 empfängt, und eine Source, die mit Masse über einen Ladungskondensator 53 verbunden ist. Der Integrator 56 weist einen Operationsverstärker 54 auf, der mit einem invertierenden Eingang versehen ist, der über einen Widerstand R_1 mit der positiven Spannungsquelle B verbunden ist, und einen mit Masse verbundenen nicht invertierenden Eingang. Zwischen dem invertierenden Eingang und dem Ausgang des Operationsverstärkers 54 ist eine Parallelkombination eines Kondensators C_2 und eines Feldeffekttransistors 55 geschaltet. Der Addierer 57 addiert eine Spannung des Ladekondensators 53 und eine Ausgangsspannung des Integrators 56. Das erste Abnormitätsnachweissignal AB_1 des fehlersicheren Abschnitts 35 wird über einen Invertierer 58 in das Gate des Feldeffekttransistors 55 des Integrators 56 eingegeben. Der zweite Kupplungseingriffskraftberechnungsabschnitt 33 weist eine Motorgeschwindigkeitsberechnungsschaltung 33a und eine zweite Kupplungseingriffskraftberechnungsschaltung 33b auf, wie in Fig. 3 gezeigt ist. Die Motorgeschwindigkeitsberechnungsschaltung 33a dient als Einrichtung zur Bestimmung einer Motorbremsmenge und berechnet eine Motorumdrehungsgeschwindigkeit V_E des Motors 1 unter Verwendung des Kurbelwinkelsignals C_D , welches von dem Kurbelwinkelsensor 24 geliefert wird. Die Schaltung 33b bestimmt die zweite Eingriffskraft T_{EB} in Übereinstimmung mit der Motorgeschwindigkeit V_E , welche durch die Motorgeschwindigkeitsberechnungsschaltung 33a bestimmt wird. Fig. 10 zeigt eine Beziehung zwischen der zweiten Kupplungseingriffskraft T_{EB} , welche durch die Schaltung 33b bestimmt wurde, und der Motorgeschwindigkeit V_E . Die zweite Kupplungseingriffskraft T_{EB} ist verhältnismäßig gering und etwa gleich der Hälfte des Ausmaßes der Motorbremsung (welches maximal etwa gleich 8 kgm ist). Wie aus Fig. 10 hervorgeht, ist T_{EB} auf null festgelegt, in dem Bereich, in welchem V_E kleiner ist als ein vorbestimmter Schwellenwert. In dem Bereich, in welchem V_E höher ist als der vorbestimmte Schwellenwert, wird T_{EB} linear in Übereinstimmung mit der folgenden Gleichung (3) er-

höht:

$$T_{EB} = bV_E - c \quad ($$

Der fehlerfreie Abschnitt 35 weist drei ODER-Schaltungen 35a, 35b und 35c auf, zwei RS-Flipflops 35c und 35d und drei Schalttransistoren 35f, 35g und 35h, wie in Fig. 7 gezeigt ist. Die erste ODER-Schaltung 35a weist einen ersten, zweiten und dritten Eingang auf, welche das Drehsensorabnormitätsnachweissignal RA_1 , RA_2 beziehungsweise RA_3 empfangen, und zwar von der Abnormitätsnachweisschaltung 23a, einen vierten Eingang, welcher das Querbeseleunigungsabnormitätsnachweissignal YA von der Nachweisschaltung 23b empfängt, einen fünften Eingang, der das Motorabnormitätsnachweissignal MA von der Nachweisschaltung 23c empfängt, und einen sechsten Eingang, der das Nachweissignal CS für die unterbrochene Verbindung von der Schaltung 23d empfängt. Die zweite ODER-Schaltung 35b weist einen ersten Eingang auf, welcher das Kurzschlußnachweissignal SS von der Schaltung 23e empfängt, und einen zweiten Eingang, der das Stromversorgungsabnormitätsnachweissignal PA von der Schaltung 23f empfängt. Das erste RS-Flipflop 35c weist einen Setzanschluß auf, der das Ausgangssignal von der ersten ODER-Schaltung 35a empfängt, und einen Rücksetzanschluß, der ein Zündungseinschaltsignal IG von einem Zündschalter des Fahrzeugs empfängt. Das zweite RS-Flipflop 35d weist einen Setzanschluß auf, der das Ausgangssignal der zweiten ODER-Schaltung 35b empfängt, sowie einen Rücksetzanschluß, der das Zündungseinschaltsignal IG von dem Zündschalter empfängt. Die dritte ODER-Schaltung 35c ist mit zwei Eingangsanschlüssen versehen, welche den betätigenden Ausgang (Q -Ausgang) des ersten und zweiten Flipflops 35c beziehungsweise 35d empfangen. Der erste Schalttransistor 35f weist eine Basis auf, welche über einen Widerstand R_{17} das Ausgangssignal der dritten ODER-Schaltung 35c empfängt, einen an eine Warnlampe 34a einer Warnschaltung 34 angeschlossenen Kollektor und einen mit Masse verbundenen Emitter. Der zweite Schalttransistor 35g weist eine Basis auf, die den bestätigenden Ausgang (Q -Ausgang) des zweiten Flipflops 35d über einen Widerstand R_{18} empfängt, einen über einen Widerstand R_{19} an die positive Stromquelle B angeschlossenen Kollektor und einen Emitter, der an Masse gelegt ist. Der dritte Schalttransistor 35h weist eine Basis auf, welche die Kollektorspannung des zweiten Schalttransistors 35g empfängt, sowie einen Kollektor und einen Emitter, die mit Masse verbunden sind. Der Kollektor des dritten Schalttransistors 35h ist mit der positiven Stromquelle B durch eine Relaispule einer Magnetspulenrelaisschaltung 80 verbunden, welche zwischen die Proportionalmagnetspule 20g der Hydraulikeinheit 20 und die positive Stromquelle B geschaltet ist. Das bestätigende (Q) Ausgangssignal des ersten Flipflops 35c wird als das erste Abnormitätsnachweissignal AB_1 an den Kupplungseingriffskraftverringerungsabschnitt 32 und den Analogmultiplexer 36 gesendet. Das bestätigende (Q) Ausgangssignal des zweiten Flipflops 35d wird als das zweite Abnormitätsnachweissignal AB_2 an den Analogmultiplexer 36 gesendet.

Der analoge Multiplexer 36 bei der ersten Ausführungsform weist vier Dateneingangsanschlüsse und drei Auswahlwege auf. Der erste Dateneingangsanschluß ist mit dem Ausgang des Höhenauswahlschalters 38 verbunden, um T_M oder T_{EB} zu empfangen, die durch den Höhenauswahlschalter 38 ausgewählt wurden. Der

zweite Dateneingangsanschluß ist mit einem Schaltkreis 36a verbunden, welcher einen analogen Multiplexer 36 mit einer minimalen Kupplungseingriffskraft T_0 versorgt. Die minimale Kupplungseingriffskraft T_0 ist auf null festgelegt, so daß die Übertragungskupplung 16 dann, wenn T_0 ausgewählt ist, vollständig ausgerückt ist und das Antriebssystem in den vollständigen Zweiradantriebszustand versetzt wird. Der dritte Dateneingangsanschluß des analogen Multiplexers 36 ist mit dem Ausgangsanschluß des Kupplungseingriffsverringersabschnitts 32 verbunden, um die Kupplungseingriffskraft T_{FS} des Verringerungsabschnitts 32 zu empfangen. Der vierte Dateneingangsanschluß ist mit einer Schaltung 36b verbunden, die den Multiplexer 36 mit einer maximalen Kupplungseingriffskraft T_{4w} versorgt. Die maximale Kupplungseingriffskraft T_{4w} weist einen festen Wert auf (beispielsweise 50 kgm), um die Übertragungskupplung 16 vollständig in Eingriff zu bringen und das Antriebssystem in den vollständigen Vierradantriebszustand zu versetzen.

In die drei Auswahlgangsanschlüsse des Analogmultiplexers 36 werden das erste beziehungsweise zweite Abnormitätsnachweissignal AB_1 und AB_2 des fehlerfreien Abschnitts 35 beziehungsweise ein manuelles Auswahlsignal MS als Steuersignale eingegeben. Der Analogmultiplexer 36 wählt eines der vier Eingangssignale aus, die an die vier Dateneingangsanschlüsse angelegt werden, in Übereinstimmung mit den drei Steuersignalen, die in die drei Auswahlgangsanschlüsse eingegeben werden, auf folgende Weise. Der analoge Multiplexer 36 wählt das Eingangssignal T_M oder T_{EB} aus, welches von dem Höhenauswahlschalter 38 an den ersten Dateneingangsanschluß angelegt wird, wenn alle drei Steuersignale, die den Auswahlgangsanschlüssen zugestellt werden, sich auf dem logischen "0"-Pegel befinden, wählt die Kupplungseingriffskraft T_{SF} des Verringerungsabschnitts 32 aus, wenn das erste Abnormitätsnachweissignal AB_1 des logischen Wertes "1" von dem fehlerfreien Abschnitt 35 eingegeben wird, wählt die Kupplungseingriffskraft T_0 von null des Schaltkreises 36a aus, wenn das zweite Abnormitätsnachweissignal AB_2 des logischen Wertes "1" von dem fehlerfreien Abschnitt 35 eingegeben wird, und wählt die maximale Kupplungseingriffskraft T_{4w} aus, um die Übertragungskupplung 16 vollständig in Eingriff zu bringen, wenn das manuelle Auswahlsignal MS von einem Auto/manuell-Auswahlschalter eingegeben wird. Dann liefert der analoge Multiplexer 36 die ausgewählte Kupplungseingriffskraft an die Treiberschaltung 37.

Die Ausgangsschaltung 37 weist ein Ausgangsfilter 37a auf, welches die von dem Analogmultiplexer 36 ausgewählte Kupplungseingriffskraft empfängt, eine Zittersignalerzeugungsschaltung 37b und eine Addierschaltung 37c zum Addieren der Ausgangssignale des Ausgangsfilters 37a und der Zitterschaltung 37b. Die Addierschaltung 37c gibt an die Magnetspulentreiberschaltung 20k eine Steuerspannung V_c aus, welche der Kupplungseingriffskraft entspricht.

Der Antischlupfbremsregelabschnitt 29 (Radschlupfbremsregelung) umfaßt eine Berechnungsschaltung 62 für eine annähernde Fahrzeuggeschwindigkeit sowie eine Antischlupfregelschaltung 63, wie in Fig. 3 dargestellt ist. Die Berechnungsschaltung 62 für die annähernde Fahrzeuggeschwindigkeit empfängt die Längsbeschleunigung X_G von dem Längsbeschleunigungssensor 22X und die Radgeschwindigkeiten V_{WFL} , V_{WFR} und V_{WR} von den Radgeschwindigkeitsberechnungsschaltungen 41FL, 41FR und 41R und berechnet eine annä-

hernde Fahrzeuggeschwindigkeit V_i . Die Antischlupfregelschaltung 63 für die Antischlupfbremsregelung während des Bremsens entsprechend der annähernden Fahrzeuggeschwindigkeit V_i und den Radgeschwindigkeiten V_{WFL} , V_{WFR} und V_{WR} durch.

Die Berechnungsschaltung 62 für die annähernde Fahrzeuggeschwindigkeit weist einen Höhenauswahlschalter 64, eine Korrekturschaltung 65 und eine Berechnungsschaltung 66 auf, wie in Fig. 11 dargestellt ist. Der Höhenauswahlschalter 63 wählt die höchste (die ausgewählte hohe Radgeschwindigkeit V_{WH}) der Radgeschwindigkeiten V_{WFL} , V_{WFR} und V_{WR} aus. Es läßt sich überlegen, daß die höchste Radgeschwindigkeit am nächsten an der tatsächlichen Fahrzeuggeschwindigkeit liegt. Die Korrekturschaltung 65 ist so ausgelegt, daß sie die von dem Sensor 22X gesendete Längsbeschleunigung X_G korrigiert und eine korrigierte Längsbeschleunigung X_{GC} liefert. Die Berechnungsschaltung 66 berechnet die annähernde Fahrzeuggeschwindigkeit V_i aus der korrigierten Längsbeschleunigung X_{GC} , der ausgewählten hohen Fahrzeuggeschwindigkeit V_{WH} und einem MR -Signal. Die von der Berechnungsschaltung 66 festgestellte annähernde Fahrzeuggeschwindigkeit V_i wird in die Antischlupfregelschaltung 63 eingegeben.

Die Korrekturschaltung 65 weist eine Absolutwertschaltung 65a auf, eine Offsetschaltung 65b, eine Addierschaltung 65c und eine Invertierschaltung 65d. Der Längsbeschleunigungssensor 22X gibt eine Spannung ab, die proportional zur Abbremsung oder Beschleunigung der Fahrzeugkarosserie ist. Die Polarität der Ausgangsspannung des Sensors 22X ist positiv im Falle einer Abbremsung und negativ im Falle einer Beschleunigung. Die Absolutwertschaltung 65a empfängt die Längsbeschleunigung X_G von dem Sensor 22X und liefert den Absolutwert der Längsbeschleunigung X_G der Addierschaltung 65c zu. Die Offsetschaltung 65b führt der Addierschaltung 65c einen vorbestimmten Offsetwert zu, um die Längsbeschleunigung X_G zu korrigieren. Beispielsweise wird der Offsetwert auf einen Wert gesetzt, der 0,3 G entspricht. Die Addierschaltung 65c addiert den Offsetwert zu dem Absolutwert der Längsbeschleunigung X_G und gibt die korrigierte Längsbeschleunigung X_{GC} aus, die die Summe des Absolutwertes der Längsbeschleunigung und des Offsetwertes darstellt. Daher wird die korrigierte Längsbeschleunigung X_{GC} durch eine Verschiebung des Absolutwertes der Längsbeschleunigung X_G um 0,3 g erhalten. Die Invertierschaltung 65d stellt eine Spannung zur Verfügung, die einer Fahrzeugkarosserieabbremsneigung $-m$ entspricht, und zwar durch Invertieren der korrigierten Längsbeschleunigung X_{GC} .

Die Berechnungsschaltung 66 weist zwei Vergleicher 66a und 66b auf, einen Addierer 66c, einen Subtrahierer 66d sowie ein NOR-Gatter 66e, wie in Fig. 11 gezeigt ist. Die ausgewählte hohe Radgeschwindigkeit V_{WH} wird einem Eingangsanschluß jedes der Vergleicher 66a und 66b eingegeben. Der Addierer 66c und der Subtrahierer 66d erzeugen einen toten Bereich von ± 1 km/h der annähernden Fahrzeuggeschwindigkeit V_i , und sie sind jeweils mit dem anderen Eingangsanschluß der Vergleicher 66a und 66b verbunden. Ausgangssignale C_1 und C_2 der Vergleicher 66a und 66b werden als Eingangsgrößen dem NOR-Gatter 66e zugeführt. Der Vergleicher 66a liefert das hochpegelige Ausgangssignal C_1 , wenn die ausgewählte hohe Radgeschwindigkeit V_{WH} größer oder gleich $V_i + 1$ km/h ist.

$$(V_{WH} \geq V_i + 1 \text{ km/h})$$

Der Vergleichler 66b liefert das hochpegelige Ausgangssignal C_2 , wenn V_{WH} kleiner ist als eine Differenz, die sich aus einer Subtraktion von 1 km/h von V_i ergibt

$$(V_{WH} < V_i - 1 \text{ km/h}).$$

Daher liefert das NOR-Gatter 66e ein hochpegeliges Ausgangssignal, wenn

$$V_i - 1 \text{ km/h} \leq V_{WH} < V_i + 1 \text{ km/h},$$

und sich beide Ausgangssignale C_1 und C_2 auf dem niedrigen Pegel befinden.

Das Ausgangssignal des NOR-Gatters 66e wird einem Zeitgeber 66f, einem ODER-Gatter 66g und einem Triggerimpulserzeugungsschaltkreis 66h eingegeben. Der Zeitgeber 66f wird durch einen Anstieg des Ausgangssignals des NOR-Gatters 66e getriggert und erzeugt ein hochpegeliges Signal für ein vorbestimmtes Zeitintervall T_3 für das ODER-Gatter 66g.

Das Ausgangssignal des ODER-Gatters 66g wird als ein Auswahlsignal S_3 einem Gatter eines analogen Schalters 66i zugeführt. Weiterhin wird das Ausgangssignal des ODER-Gatters 66g durch einen Invertierer 66j invertiert und dann als Eingangsgröße ersten Eingangsanschlüssen zweier UND-Gatter 66k und 66l zugeführt. Die übrigen zweiten Eingangsanschlüsse der UND-Gatter 66k und 66l empfangen die Signale C_1 beziehungsweise C_2 . Die Ausgangssignale der UND-Gatter 66k und 66l werden jeweils an Gatter von Analogschaltern 66m und 66n als Auswahlsignale S_2 und S_4 zugeführt. Der Analogschalter 66i wird in einem eingeschalteten Zustand gehalten und hält eine Versorgungsspannung E zu einer Integrierschaltung 66o gleich null, während sich das Auswahlsignal S_1 auf hohem Pegel befindet. Während das Auswahlsignal S_2 auf dem hohen Pegel liegt, wird der Analogschalter 66m in dem eingeschalteten Zustand gehalten und liefert der Integrierschaltung 66o die Versorgungsspannung E zu, die auf einen Wert gesetzt wird, der entweder einem Maximalwert der Fahrzeugbeschleunigung entspricht (der Anstiegsrate der Fahrzeuggeschwindigkeit), beispielsweise 0,4 G, oder auf einen Wert, der +10 G entspricht. Während das Auswahlsignal S_4 auf dem hohen Pegel liegt, wird der Analogschalter 66n in dem eingeschalteten Zustand gehalten und liefert der Integrierschaltung 66o die Versorgungsspannung E zu, welche der Fahrzeugkarosserieabbremsneigung $-m$ der Invertierschaltung 65d entspricht. Die Auswahl zwischen +0,4 G und +10 G für den Analogschalter 66m wird durch einen Auswahl-schalter 66p durchgeführt, der so angeordnet ist, daß er +0,4 G auswählt, während das MR-Signal den logischen Wert "0" hat, und +10 G auswählt während der Antischlupfregelung, während derer das MR-Signal den logischen Wert "1" darstellt.

Die Integrierschaltung 66o weist einen Verstärker 66q, einen Kondensator 66r und einen Analogschalter 66s auf. Die Integrierschaltung 66o wird zurückgesetzt, wenn der Analogschalter 66s eingeschaltet wird, durch ein hochpegeliges Rücksetzsignal S_1 , welches ihrem Gate zugeführt wird. Die Integrierschaltung 66o führt die Integration der Spannung E nach Verschwinden des Rücksetzsignals weiter durch.

Das Rücksetzsignal S_1 wird durch die Triggerimpulserzeugungsschaltung 66h erzeugt. Diese Pulserzeugungsschaltung 66h erzeugt einen Triggerimpuls als das

Rücksetzsignal S_1 , und zwar dadurch, daß sie durch das Zündsignal IG getriggert wird, wenn der Motor gestartet wird, und erzeugt danach einen Triggerimpuls, als das Rücksetzsignal S_1 , jedesmal dann, wenn das Ausgangssignal des NOR-Gatters 66e ansteigt.

Das Rücksetzsignal S_1 wird ebenfalls zum Zurücksetzen einer Sample-and-Hold-Schaltung 66t verwendet, die Pufferverstärker 66u und 66v aufweist, einen Kondensator 66w und einen Analogschalter 66x, und welche die ausgewählte hohe Radgeschwindigkeit V_{WH} empfängt. Wenn der analoge Schalter 66x durch das hochpegelige Rücksetzsignal S_1 eingeschaltet wird, so wird die Sample-and-Hold-Schaltung 66t zurückgesetzt und speichert einen Momentanwert der ausgewählten hohen Geschwindigkeit V_{WH} als einen gesampleten Radgeschwindigkeitswert V_s . Eine Addierschaltung 66y addiert ein Integral

$$V_e = \int_0^t (-E) \cdot dt$$

der Integrierschaltung 66o zu dem gesammelten Radgeschwindigkeitswert V_s und liefert die Summe $V_s + V_e$ als die annähernde Fahrzeuggeschwindigkeit V_i an die Antischlupfregelschaltung 63.

Die Antischlupfregelschaltung 63 ist so ausgebildet, daß sie eine Antischlupfbremsregelbetätigungseinrichtung 71 steuert, um Drucke zu variieren, welche Radzylindern 70FL bis 70RR der Räder 2FL bis 2RR zugeliefert werden, entsprechend den Radgeschwindigkeiten V_{WFL} , V_{WFR} und V_{WR} und der annähernden Fahrzeuggeschwindigkeit V_i . Beispielsweise besteht die Antischlupfregelschaltung 63 aus einem Mikrocomputer.

Fig. 12 zeigt ein Antischlupfregelverfahren, welches durch die Antischlupfregelschaltung 63 in dieser Ausführungsform durchgeführt wird. Dieses Regelverfahren wird in regelmäßigen Intervallen von beispielsweise 20 Millisekunden als ein durch einen Zeitgeber unterbrochenes Verfahren durchgeführt. In Fig. 12 repräsentiert AS eine Steuermarke und L einen Druckverringerezeitgeber. Sowohl AS als auch L werden auf null zurückgesetzt in einem Schritt 121 am Ende der vorhergehenden Ausführung. Während die Steuermarke AS auf "1" gesetzt wird, wird das MR-Signal des logischen Wertes "1" an die Berechnungsschaltung 66 für die annähernde Fahrzeuggeschwindigkeit und an den analogen Multiplexer 36 des Antriebskraftverteilungsregelabschnitts 28 gegeben.

In dem Flußdiagramm von Fig. 12 liest die Antischlupfregelschaltung 63 zunächst den Momentanwert V_{WN} der Radgeschwindigkeit, welcher durch die Radgeschwindigkeitsberechnungsschaltung 21i ($i = FL, FR$ oder R) bestimmt wird in einem Schritt 101. In einem nächsten Schritt 102 berechnet die Regelschaltung 63 die Radbeschleunigung oder Radabbremsung V_{wi} , also das Ausmaß der Änderung der Radgeschwindigkeit während eines Zeitintervalls, durch Subtrahieren der momentanen Radgeschwindigkeit V_{wiN} , welche im Schritt 101 erhalten wurde, von einem vorhergehenden Radgeschwindigkeitswert V_{wiN-1} und speichert die berechnete Radbeschleunigung (oder Radabbremsung) an vorbestimmten Stellen einer Speichervorrichtung 29d. In einem Schritt 103 liest die Regelschaltung 63 die annähernde Fahrzeuggeschwindigkeit V_i der Berechnungsschaltung 66 für die annähernde Fahrzeuggeschwindigkeit. In einem Schritt 104 berechnet die Regel-

schaltung 63 eine Schlupfrate S_i entsprechend der folgenden Gleichung (4):

$$S_i = (V_i - V_{wi}) \times 100 / V_i \quad (4)$$

Die Antischlupfregelschaltung 63 erzeugt ein Antischlupfregelsignal CS, um die Betätigungsvorrichtung 71 zu steuern, entsprechend der Radbeschleunigung V_{wi} und der Schlupfrate S_i auf folgende Weise:

Wenn die Bremse nicht betätigt wird oder in einer Anfangsstufe eines Bremsvorgangs, ist die Schlupfrate S_i geringer als ein vorbestimmter Wert (beispielsweise 15%), die Steuermarke AS und der Druckverringerungszeitgeber L sind beide gleich null, und die Radbeschleunigung V_{wi} ist höher als ein vorbestimmter Schwellenwert alpha für die negative Beschleunigung und niedriger als ein vorbestimmter Schwellenwert beta für die Beschleunigung, es ist also $\alpha < V_{wi} < \beta$. In einem derartigen Fall geht die Regelschaltung 63 über die Schritte 105 bis 111 zu einem Schritt 112 über und wählt einen steilen Anstiegsmodus aus, um den Druck der Betätigungsvorrichtung 71 an den Druck des Hauptzylinders 72 anzugleichen. Wenn daher das Bremspedal 73 nicht niedergedrückt wird und das Bremssystem sich nicht in Betrieb befindet, dann ist der Druck des Hauptzylinders 72 null, und daher wird der Druck des Radzylinders 71i auf null gehalten. In der Anfangsstufe des Bremsvorgangs wird der Druck des Radzylinders 71i schnell vergrößert, um die Bremse mit dem Druckanstieg des Hauptzylinders 72 zu betätigen.

Durch die Betätigung der Bremse wird die Radgeschwindigkeit V_{wi} allmählich verringert, und die Radabbremmung V_{wi} wird vergrößert, wie durch eine Kurve i in Fig. 13 gezeigt ist. Wenn die Radabbremmung V_{wi} den Abbremschwellenwert alpha überschreitet, dann geht die Regelschaltung 63 vom Schritt 110 zu einem Schritt 113 über und wählt einen Haltemodus auf der Seite eines hohen Drucks aus, um den Druck der Betätigungsvorrichtung 71 auf einem konstanten Wert zu halten. Selbst in dem Haltemodus wird die Bremskraft auf das Rad ausgeübt. Daher steigt die Schlupfrate S_i mit dem Anstieg der Radabbremmung V_{wi} an, wie durch die Kurve (el) in Fig. 13 gezeigt ist.

Wenn die Schlupfrate S_i den vorbestimmten Wert S_0 überschreitet und wenn zum selben Zeitpunkt die Radabbremmung V_{wi} niedriger bleibt als der Beschleunigungsschwellenwert beta, so geht die Regelschaltung 63 von dem Schritt 105 über einen Schritt 114 zu einem Schritt 115 über, um den Druckverringerungszeitgeber L auf einen vorbestimmten Wert L_0 zu setzen und um die Steuermarke AS auf "1" zu setzen. Daher geht die Regelschaltung 63 von dem Schritt 115 durch die Schritte 107 und 108 zu einem Schritt 116 über, um einen Druckverringerungsmodus zur allmählichen Verringerung des Druckes der Betätigungsvorrichtung 71 auszuwählen.

In diesem Verringerungsmodus verringert die Regelschaltung 63 die auf das Rad ausgeübte Bremskraft. Allerdings nimmt die Radgeschwindigkeit V_{wi} für einen kurzen Zeitraum weiter ab, und daher neigen sowohl die Radabbremmung V_{wi} und die Schlupfrate S_i beide zu einem Anstieg, wie durch die Kurve (el) in Fig. 13 gezeigt ist, bis die Radgeschwindigkeit V_{wi} mit der Verringerung aufhört und anzusteigen beginnt.

Daher steigt in dem Verringerungsmodus die Zeitänderungsrate V_{wi} der Radgeschwindigkeit in positiver Richtung zur Beschleunigungsseite hin an. Wenn die Änderungsrate V_{wi} der Radgeschwindigkeit den Be-

schleunigungsschwellenwert übersteigt, dann geht die Regelschaltung 63 von dem Schritt 105 über den Schritt 114 zu einem Schritt 117 über. Daher setzt die Regelschaltung 63 die Druckverringerungszeit L auf "0" im Schritt 117 zurück und geht dann zu den Schritten 107 und 108 weiter. In diesem Fall wird die Regelung von dem Schritt 108 auf den Schritt 109 übergeben, da $L=0$ ist, und von dem Schritt 109 zu einem Schritt 118, da die Zeitänderungsrate der Radgeschwindigkeit größer oder gleich beta ist ($V_{wi} \geq \beta$), und geht von dem Schritt 118 zu dem Schritt 113 über, da die Steuermarke AS auf "1" gesetzt wird. Daher wird der Bremsregelmodus in den Haltemodus geändert, um den Druck der Betätigungsvorrichtung 71 auf der Niederdruckseite zu halten.

In dem Haltemodus auf der Niederdruckseite wird der Druck in dem Radzylinder 70i auf einem konstanten Wert auf der Niederdruckseite gehalten, und die Radgeschwindigkeit V_{wi} steigt weiter an. Daher steigt die Zeitänderungsrate V_{wi} in positiver Richtung an, und die Schlupfrate S_i nimmt ab.

Wenn die Schlupfrate S_i niedriger wird als der vorbestimmte Schlupfratenwert S_0 , so geht die Regelschaltung 63 von dem Schritt 105 zu dem Schritt 106 über und von hier aus direkt zu dem Schritt 107, da der Druckverringerungszeitgeber L auf "0" in dem niederdruckseitigen Haltemodus des letzten Zeitpunktes zurückgesetzt wird. Daher dauert der Niederdruckseitenhaltemodus an.

Selbst in diesem niederdruckseitigen Haltemodus wirkt die Bremskraft auf das Rad, so daß die Anstiegsrate der Radgeschwindigkeit V_{wi} sich allmählich verringert. Wenn die Änderungsrate V_{wi} der Radgeschwindigkeit niedriger wird als der Beschleunigungsschwellenwert beta, dann wird die Steuerung von dem Schritt 109 an den Schritt 110 übergeben. Von dort aus wird die Steuerung auf den Schritt 111 übertragen, da die Zeitratenänderung V_{wi} immer noch höher ist als alpha ($V_{wi} > \alpha$), und von dem Schritt 111 auf den Schritt 119, da die Steuermarke AS gleich "1" ist.

In dem Schritt 119 ändert die Regelschaltung 63 den Regelmodus in einen allmählichen Anstiegsmodus, in welchem das unter Druck gesetzte Öl intermittierend von dem Hauptzylinder 72 an den Radzylinder 71i gebracht wird, und der Druck in dem Radzylinder 70i wird stufenweise vergrößert.

In diesem Modus des allmählichen Anstiegs wird der Druck in dem Radzylinder 70i allmählich vergrößert, und die an das Rad 2i gelieferte Bremskraft wird allmählich erhöht, so daß die Radgeschwindigkeit V_{wi} verringert wird.

Wenn die Änderungsrate V_{wi} der Radgeschwindigkeit kleiner oder gleich dem Abbremschwellenwert alpha wird, dann geht die Regelschaltung 63 von dem Schritt 110 zu dem Schritt 113 über, um den hochdruckseitigen Haltemodus durchzuführen. Wenn die Schlupfrate S_i größer oder gleich dem vorbestimmten Schlupfratenwert S_0 wird, so erfolgt der Weg von dem Schritt 105 über den Schritt 114 zu dem Schritt 115 und von hier aus über die Schritte 107 und 108 zu dem Schritt 116 für den Abnahmemodus. Daraufhin wiederholt das Antischlupfbremsregelsystem den Niederdruckhaltemodus, den allmählichen Anstiegsmodus, den Hochdruckhaltemodus und den Abnahmemodus und regelt wirksam den Grad des Radschlupfes.

Wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit um einen gewissen Betrag verringert wird, so gelangt in einigen Fällen die Schlupfrate S_i auf einen Pegel, der niedriger ist als der vorbestimmte Schlupfratenwert S_0 . In diesem Fall

geht die Regelschaltung 17 in dem Schritt 105 zu dem Schritt 106 über und geht von dem Schritt 106 zu einem Schritt 120 weiter, da der Verringerungszeitgeber L gleich dem vorbestimmten Wert L_0 im Schritt 115 zum Setzen des Abnahmefmodus gesetzt wird. Daher verringert die Regelschaltung 63 den Abnahmezeitgeber L um "eins" im Schritt 120 und macht dann mit dem Schritt 107 weiter. Wenn der Abnahmezeitgeber L durch die Wiederholung der Schritte 106 und 120 gleich "0" wird, dann folgt die Regelschaltung 63 dem Weg der Schritte 106, 107, 108, 109, 110, 111 und 119 und verwendet den allmählichen Verringerungsmodus in dem Schritt 119. Daraufhin wird der Regelmodus zu dem Hochdruckhaltmodus und dann zu dem allmählichen Anstiegsmodus hin geändert.

Im Schritt 107 bestimmt die Regelschaltung 63, ob ein vorbestimmter Zustand zur Beendigung der Antischlupfregelung gegeben ist oder nicht. Wenn bei dieser Ausführungsform die Fahrzeuggeschwindigkeit abnimmt unterhalb eines vorbestimmten niedrigen Pegels nahe bei null oder wenn das Bremspedal 73 gelöst wird und ein Bremsschalter ein Ausgangssignal eines ausgeschalteten Zustands erzeugt, dann entscheidet die Regelschaltung 63 in dem Schritt 107, daß die Antischlupfregelung beendet werden sollte und geht von dem Schritt 107 zu einem Schritt 121 über. Daher löscht die Regelschaltung 63 den Abnahmezeitgeber L und die Steuermarke AS auf "0" in dem Schritt 121, ändert den Regelmodus in den Modus mit steilem Anstieg in dem Schritt 112 und beendet die Antischlupfregelung. Wenn daher das Fahrzeug mit noch niedergedrücktem Bremspedal zum Halten gebracht wird, wird der Öldruck des Hauptzylinders 72 direkt an den Radzylinder 70f übertragen, so daß das Fahrzeug unbeweglich gehalten wird. Wenn das Bremspedal 73 gelöst wird, wird der Druck in dem Radzylinder 70i zusammen mit dem Druck des Hauptzylinders 72 auf null verringert.

Auf diese Weise regelt das Antischlupfregelsystem den Fluiddruck des Radzylinders 70FR und den Fluiddruck der Radzylinder 70RR beziehungsweise 70RL, entsprechend der festgestellten Radgeschwindigkeiten V_{WFL} , V_{WFR} und V_{WR} .

Das Regelsystem gemäß der ersten Ausführungsform arbeitet wie folgt:

Wenn der Schlüsselschalter während des Parkens eingeschaltet wird, wird Strom an die Steuerung 25, den Abnormitätssensor 23 und andere Teile angelegt. In diesem Fall wird das Zündungseinschaltssignal IG , welches durch das Einschalten des Zündschalters erzeugt wird, als Eingangsgröße an die Flipflops 35c und 35d des fehlerfreien Abschnitts 35 gegeben, so daß beide Flipflops zurückgesetzt werden. Daher bleibt der Schalttransistor 35f ausgeschaltet, und die Warnlampe 34a bleibt ebenfalls ausgeschaltet. Zum selben Zeitpunkt wird der Schalttransistor 35g ausgeschaltet, und der Schalttransistor 35h wird eingeschaltet, so daß das Magnetspulenrelais 80 geschlossen wird durch Energieversorgung der Relaispule, und ein Anschluß der proportionalen Magnetspule 20g des Drucksteuerventils 20f wird mit dem positiven Stromquellenanschluß verbunden.

Wenn kein abnormer Zustand in den Sensoren 21FL—21R und 22Y vorliegt sowie in dem Motor 20a und der Magnetspule 20g der Hydraulikeinheit 20, dann sind die Abnormitätssignale RA_1 — RA_3 , YA , MA , CS und PA , die durch den Abnormitätssensor 23 erzeugt werden, sämtlich gleich dem logischen Wert "0". In Reaktion auf diese Nullsignale des Abnormitätssensors 23 hält der fehlerfreie Abschnitt 35 die Flipflops 35c und

35d in dem zurückgesetzten Zustand und liefert das erste beziehungsweise zweite Abnormitätsnachweissignal AB_1 beziehungsweise AB_2 , die beide auf dem logischen Wert "0" gehalten werden, an den Kupplungseingriffskraftverringerungsabschnitt 32 und den analogen Multiplexer 36.

Andererseits hält die Antischlupfregelschaltung 63 das Steuersignal MR , welches den Betriebszeitraum der Antischlupfregelung anzeigt, auf dem logischen Wert "0", da sich das Fahrzeug im Haltezustand befindet und die Antischlupfregelung nicht in Betrieb ist.

Daher wählt der analoge Multiplexer 36 das Ausgangssignal T_M oder T_{EB} des Höhenauswahlschalters 38 aus. In diesem Fall sind sowohl die erste Kupplungseingriffskraft T_M , die durch den ersten Kupplungseingriffsberechnungsabschnitt 31 bestimmt wird, als auch die zweite Kupplungseingriffskraft T_{EB} , die durch den zweiten Berechnungsabschnitt 33 berechnet wird, beide gleich null, und daher ist der Ausgang des analogen Multiplexers 36 null.

Da sich das Fahrzeug immer noch in dem Haltezustand befindet, sind die Ausgänge n_{FL} , n_{FR} und n_R der Drehsensoren 21FL, 21FR und 21R sämtlich gleich null, so daß die Ausgänge V_{WFL} , V_{WFR} und V_{WR} der Radgeschwindigkeitsberechnungsschaltungen 41FL, 41FR und 41R als auch der Ausgang DV_W der Radgeschwindigkeitsdifferenzberechnungsschaltung 42 sämtlich null sind. Demzufolge wird die erste Kupplungseingriffskraft T_M , die durch die erste Kupplungseingriffsberechnungsschaltung 45 berechnet wird, null. Andererseits befindet sich der Motor immer noch im Leerlauf, und die Motorgeschwindigkeit V_E , die durch die Motorgeschwindigkeitsberechnungsschaltung 33a bestimmt wird, ist niedriger als der vorbestimmte Schwellenwert. Daher bleibt, wie in Fig. 10 gezeigt ist, die zweite Kupplungseingriffskraft T_{EB} , die von der zweiten Kupplungseingriffsberechnungsschaltung 33b bestimmt wird, gleich null.

Daher sind die erste beziehungsweise zweite Kupplungseingriffskraft T_M beziehungsweise T_{EB} gleich null, der Höhenauswahlschalter 38 wählt beispielsweise die Kupplungseingriffskraft T_M von null, und der analoge Multiplexer 36 wählt die Kupplungseingriffskraft T_M von null aus und liefert diese an den Ausgangsabschnitt 37.

In dem Ausgangsabschnitt 37 wird die Kupplungseingriffskraft T_M von null als Eingangsgröße über das Ausgangsfilter 37a der Addierschaltung 37c zugeführt. Daher liefert die Addierschaltung 37c nur das Zittersignal einer verhältnismäßig kleinen Amplitude und einer hohen Frequenz an die Magnetspulentreiberschaltung 20k. In Reaktion auf dieses Zittersignal treibt die Magnetspulentreiberschaltung 20k die proportionale Magnetspule 20g. In diesem Falle kann das Zittersignal die Spule des Regelventils 20f zu geringfügigen Vibrationen veranlassen, jedoch kann es nicht den Ausgangsdruck des Regelventils zu einem Anstieg veranlassen. Daher bleibt der Ausgangsdruck des Regelventils 20f auf null, die Kupplungseingriffskraft der Übertragungskupplung 16 bleibt null, und die Übertragungskupplung 16 bleibt ausgerückt. Daher wird das Antriebssystem in dem Hinterradweiradantriebszustand gehalten, in welchem das Antriebsdrehmoment von dem Motor 1 nur zu den Hinterrädern 2RL und 2RR übertragen wird.

Wenn in diesem Zustand das Getriebe 5 verbunden ist und das Gaspedal niedergedrückt wird, um das Fahrzeug zu starten, dann erhöht sich die Motorgeschwindigkeit. Daher erhöht die Motorgeschwindigkeitsbe-

rechnungsschaltung 33a des zweiten Kupplungseingriffsberechnungsabschnitts 33 ihr Ausgangssignal V_E , welches die Motorgeschwindigkeit repräsentiert, und die zweite Kupplungseingriffskraftberechnungsschaltung 33b erhöht die zweite Kupplungseingriffskraft T_{EB} , die von dem Ausmaß der Motorbremsung abhängt, linear in bezug auf den Anstieg der Motorgeschwindigkeit V_E , wie in Fig. 10 gezeigt ist. Wenn das Starten des Fahrzeuges mild und allmählich erfolgt und die Straße mit einem Belag versehen und trocken ist, so daß der Reibungskoeffizient groß ist, so tritt kein oder nur ein geringer Unterschied in der Drehgeschwindigkeit zwischen den durch den Motor angetriebenen Hinterrädern 2RL und 2FR auf, und den Vorderrädern 2FL und 2FR, die nicht angetrieben werden. Daher hält in diesem Fall der erste Kupplungseingriffsberechnungsabschnitt 31 die erste Kupplungseingriffskraft T_M annähernd auf null. Daher wählt der Höhenauswahlschalter 38 die zweite Kupplungseingriffskraft T_{EB} aus, die größer geworden ist als T_M , der analoge Multiplexer 36 liefert die zweite Kupplungseingriffskraft T_{EB} an die Ausgangsschaltung 37, und die Magnetspulentreiberschaltung 20k versorgt die proportionale Magnetspule 20g des Drucksteuerventils 20f mit dem Magnetspulenstrom *Isol*, welcher der zweiten Kupplungseingriffskraft T_{EB} entspricht. In Reaktion auf den Magnetspulenstrom *Isol* erhöht das Drucksteuerventil 20f die Kupplungseingriffskraft der Übertragungskupplung 16 durch Erhöhung des Fluidsteuerdruckes P_c , und die Übertragungskupplung 16 erhöht das Antriebsmoment DT der Vorderräder, welches an die Vorderräder übertragen wird, so daß die Neigung zum Vierradantrieb vergrößert wird. In diesem Falle nimmt das Vorderradantriebsmoment DT zu, so daß DT annähernd auf die Hälfte des Motorbremsmomentes bleibt. Wenn daher das Gaspedal gelöst und in diesem Zustand die Motorbremsung aktiviert wird, wird die Motorbremskraft nicht auf die Hinterräder konzentriert, sondern wird zwischen den Vorderrädern und Hinterrädern verteilt. Auf diese Weise kann das Regelsystem gemäß der ersten Ausführungsform ein unstabiles Verhalten des Fahrzeuges verhindern und die Stabilität und Sicherheit des Fahrzeuges aufrechterhalten, indem das durch den Motor erzeugte Bremsdrehmoment gleichmäßig zwischen der Vorder- und Hinterachse verteilt wird.

Wenn das Fahrzeug plötzlich beschleunigt wird oder wenn der Reibungskoeffizient der Straßenoberfläche infolge von Schnee, Regen oder einer anderen Einflußgröße niedrig wird, dann beginnen die hinteren primären Antriebsräder 2RL und 2RR zu rutschen, so daß die Hinterradgeschwindigkeit höher wird als die Vorderradgeschwindigkeit, und die Radgeschwindigkeitsdifferenz DV_w zwischen den Vorder- und Hinterrädern, welche durch die Schaltung 42 bestimmt wird, steigt von null aus an, wie durch eine Kurve (a) von Fig. 9 gezeigt ist. Daher erhöht die erste Kupplungseingriffsberechnungsschaltung 45 die erste Kupplungseingriffskraft T_M , wie durch eine Kurve (b) in Fig. 9 dargestellt ist.

Wenn die erste Kupplungseingriffskraft T_M auf diese Weise vergrößert und höher wird als die zweite Kupplungseingriffskraft T_{EB} , dann wählt der Höhenauswahlschalter 38 anstelle von T_{EB} die erste Kupplungseingriffskraft T_M aus. Daher stellt der Ausgangsabschnitt 37 eine höhere Treiberspannung zur Verfügung, die die Magnetspulentreiberschaltung 20k erhöht den Magnetspulenstrom *Isol*, der der proportionalen Magnetspule 20g zugeführt wird, durch Erhöhung des Kollektoremitterstroms des Leistungstransistors 20l, das Druckregelven-

til 20f erhöht die Kupplungseingriffskraft der Übertragungskupplung 16 durch Vergrößerung des Steuerdruckes, und die Übertragungskupplung 16 vergrößert das Vorderradantriebsmoment DT . Auf diese Weise vergrößert das Regelsystem gemäß dieser Ausführungsform die Tendenz zum Vierradantrieb und stellt die Stabilität des Fahrzeuges selbst in unsicheren Situationen sicher.

Wenn das Fahrzeug von einem derartigen Betriebszustand in Vorwärtsrichtung in den Vierradantriebszustand in einen Kurvenumrundungszustand mit einem verhältnismäßig großen Lenkwinkel gebracht wird, dann erzeugt die Drehbewegung des Fahrzeuges die Querb beschleunigung Y_G , welche durch den Querb beschleunigungssensor 22Y festgestellt wird. Die gemessene Querb beschleunigung Y_G wird durch das Eingangsfilter 43 als Eingangsgröße der Verstärkungsberechnungsschaltung 44 zugeführt, welche die Verstärkung K unter Verwendung der Gleichung $K = a/Y_G$ bestimmt, wobei a eine Konstante ist. Daher verringert die Verstärkungsberechnungsschaltung 44 die Verstärkung K in dem Maße, in welchem die Querb beschleunigung X_G zunimmt.

Die derart verringerte Verstärkung K wird der ersten Kupplungseingriffskraftberechnungsschaltung 45 eingegeben und wird verwendet, um die erste Kupplungseingriffskraft T_M zu bestimmen ($= K \times |DV_w|$). Daher verringert die erste Kupplungseingriffskraftberechnungsschaltung 45 die erste Kupplungseingriffskraft T_M , die Magnetspulentreiberschaltung 20k verringert den Magnetspulenstrom *Isol*, das Drucksteuerventil 20f verringert die Kupplungseingriffskraft der Übertragungskupplung 16, die Übertragungskupplung 16 verringert das Verhältnis des Vorderradantriebsdrehmoments zum Gesamtantriebsdrehmoment und vergrößert das Verhältnis des Hinterradantriebsmoments, und die Neigung des Fahrzeuges zum Übersteuern wird vergrößert.

Wenn das Gaspedal losgelassen wird und das Bremspedal gedrückt wird, um das Fahrzeug plötzlich zu verzögern, dann wird der Antischlupfregelabschnitt 29 in Betrieb gesetzt und regelt individuell die Bremskräfte der Radzylinder 70FL-70RR der vier Räder 2FL-2RR.

In diesem Fall wird die Motorbremsung mit dem Loslassen des Gaspedals aktiviert, und das Regelsystem dieser Ausführungsform verteilt die Bremskraft ordnungsgemäß zwischen den Vorder- und Hinterrädern auf folgende Weise. Selbst wenn die erste Kupplungseingriffskraft T_M null ist, so ergibt der zweite Kupplungseingriffskraftberechnungsabschnitt 33 die zweite Kupplungseingriffskraft T_{EB} , welche in Übereinstimmung mit der Motorgeschwindigkeit vergrößert wird, so daß die Änderung von T_{EB} proportional der Änderung der Motorgeschwindigkeit V_E ist, und dies entspricht etwa der Hälfte der Motorbremsung. Diese zweite Kupplungseingriffskraft T_{EB} wird der Ausgangsschaltung 37 durch den Höhenauswahlschalter 38 und den analogen Multiplexer 36 zugeführt, und die Kupplungseingriffskraft der Übertragungskupplung 16 wird so geregelt, daß sie gleich T_{EB} ist. Auf diese Weise hält das Regelsystem gemäß dieser Ausführungsform die Kupplungseingriffskraft der Übertragungskupplung 16 auf einem Wert gleich etwa der Hälfte der Motorbremskraft und übermitteln an die Vorderräder das Drehmoment DT , so daß die Motorbremskraft gleichmäßig zwischen den Vorder- und Hinterrädern verteilt und die Stabilität des Fahrzeuges verbessert wird.

Wenn beispielsweise der Drehsensor 21FR unfähig

wird, die induzierte Spannung zu erzeugen, und zwar infolge des Auftretens einer abnormen Bedingung zu einem Zeitpunkt t_1 , der in Fig. 9 dargestellt ist, dann erhöht sich die Radgeschwindigkeitsdifferenz DV_w , die von der Schaltung 42 ausgegeben wird, und die erste Kupplungseingriffskraft T_M der Schaltung 45 wird vergrößert, wie durch eine durchgezogene Linie bei (b) in Fig. 9 gezeigt ist.

Andererseits stellt die Drehsensor-Abnormitätsnachweisschaltung 23a des Abnormitätssensors 23 dieses Fehlverhalten des Drehsensors 21FR fest und liefert nach 0,5 Sekunden das Abnormitätssignal RA_1 des logischen Wertes "1" an den fehlersicheren Abschnitt 35. In dem fehlersicheren Abschnitt 35 setzt die ODER-Schaltung 35a das Flipflop 35c durch Senden eines Ausgangssignals von "1" an den Setzanschluß, und entsprechend erleuchtet das Flipflop 35c die Warnlampe 34a, um die Aufmerksamkeit des Fahrers hinsichtlich dieses nicht normalen Zustandes zu erregen, durch Einschalten des Schalttransistors 35f, und sendet zum selben Zeitpunkt das erste Abnormitätsnachweissignal AB_1 an den Kupplungseingriffskraftabnahmeabschnitt 32 und den analogen Multiplexer 36.

Daher wählt der analoge Multiplexer 36 die fehlerfreie Kupplungseingriffskraft T_{FS} aus, die durch den Abnahmeabschnitt 23 festgelegt ist, und liefert das T_{FS} repräsentierende Signal über die Ausgangsschaltung 37 an die Magnetpulentreiberschaltung 20k, und das Druckregelventil 20f ändert die Kupplungseingriffskraft der Übertragungskupplung 16 in Übereinstimmung mit T_{FS} .

In diesem Fall hält der Kupplungseingriffskraftabnahmeabschnitt 23 in Reaktion auf das erste Abnormitätsnachweissignal AB_1 den Feldeffekttransistor 52 in dem eingeschalteten Zustand während des vorbestimmten Intervalls, welches durch den monostabilen Multivibrator 51 gesetzt ist, und lädt den Kondensator 53 mit einer analogen Spannung auf, die einem alten Wert der ersten Kupplungseingriffskraft T_M entspricht, welche 0,5 Sekunden vorher durch den ersten Kupplungseingriffskraftberechnungsabschnitt 31 bestimmt wurde, zu dem Zeitpunkt, in welchem der Abnormitätssensor 23 die Abnormität in dem Drehsensor 21FR feststellte und welcher in das Schieberegister 47 über den Höhenauswahlschalter 38 und den A/D-Wandler 46 eingespeichert wurde. Andererseits wird der in der Integrierschaltung 56 vorgesehene Feldeffekttransistor 55 abgeschaltet, wie bei (d) in Fig. 9 gezeigt ist, infolge der Änderung des ersten Abnormitätsnachweissignals AB_1 auf den logischen Wert "1". Demzufolge beginnt die Integrierschaltung 56 mit der Integration durch Verwendung der vorbestimmten Spannung B als Anfangswert und versorgt den Addierer 57 mit dem Integralausgangssignal, welches sich im Verlauf der Zeit in negativer Richtung vergrößert.

Daher gibt nach dem Zeitpunkt t_2 der Addierer 57 die fehlerfreie Kupplungseingriffskraft T_{FS} aus, welche das Ergebnis der Subtraktion des Ausgangssignals der Integrierschaltung 56 von dem alten Wert der Kupplungseingriffskraft T_M darstellt, der in dem Kondensator 53 gespeichert ist und allmählich im Verlauf der Zeit abnimmt, wie durch die durchgezogene Linie bei (b) in Fig. 9 gezeigt ist.

Die derart bestimmte fehlersichere Kupplungseingriffskraft T_{FS} wird über den analogen Multiplexer 36 und die Ausgangsschaltung 37 an die Magnetpule 20g des Druckregelventils 20f übertragen. Daher verringert das Druckventil 20f allmählich die Kupplungseingriffskraft der Übertragungskupplung 16 durch allmähliche

Verringerung des Ausgangsdruckes und verringert allmählich das Antriebskraftverteilungsverhältnis der Vorderräder. Auf diese Weise ändert das Regelsystem gemäß dieser Ausführungsform allmählich das Antriebssystem von dem Vierradantriebszustand in Richtung auf den Zweiradantriebszustand, wenn eine Abnormität festgestellt wird. Daher kann das Regelsystem eine Drehung des Fahrzeuges infolge einer Verringerung der Hinterradkurvenhaltekraft vermeiden, eine abrupte Änderung im Fahrzeugverhalten vermeiden und die Sicherheit des Fahrzeuges vergrößern.

Wenn das Abnormitätssignal durch eine oder mehrere der anderen Drehsensor-Abnormitätsnachweisschaltungen erzeugt wird, durch die Querbeschleunigungs-Abnormitätsnachweisschaltung 23b, die Motorabnormitäts-Nachweisschaltung 23c und die Nachweisschaltung 23d für eine unterbrochene Verbindung, dann steuert das Regelsystem der vorliegenden Ausführungsform die Kupplungseingriffskraft der Übertragungskupplung 16 entsprechend der fehlerfreien Kupplungseingriffskraft T_{FS} des Abnahmeabschnitts 32 auf dieselbe Weise.

Wenn die Magnetpule 20g des Druckregelventils 20f kurzgeschlossen wird, dann liefert die Kurzschlußnachweisschaltung 23e der Magnetpulen-Abnormitätsnachweisschaltung 23g das Kurzschlußnachweissignal SS des logischen Wertes "1" an den fehlerfreien Abschnitt 35. In Reaktion auf dieses Kurzschlußnachweissignal SS macht die ODER-Schaltung 35b ihr Ausgangssignal gleich dem logischen Wert "1" und bringt das Flipflop 35d in den gesetzten Zustand. Daher veranlaßt das Flipflop 35d die Warnlampe 34a zum Erleuchten und bringt das Magnetpulenrelais 80 in den ausgeschalteten Zustand durch Einschalten des Schalttransistors 35g und durch Ausschalten des Schalttransistors 35h. Das Magnetpulenrelais 80 in dem ausgeschalteten Zustand trennt die Magnetpule 20g des Druckregelventils 20f von der Stromversorgung ab. Zum selben Zeitpunkt veranlaßt das Flipflop 35d den analogen Multiplexer 36 zur Auswahl der Kupplungseingriffskraft T_0 von null des Schaltkreises 36a durch Senden des zweiten Abnormitätsnachweissignals AB_2 an den analogen Multiplexer 36.

Wenn daher ein Kurzschluß in der Magnetpule 20g festgestellt wird, verringert das Regelsystem gemäß der vorliegenden Ausführungsform die Kupplungseingriffskraft der Übertragungskupplung 16 auf null durch sofortige Verringerung des Ausgangsdruckes des Regelventils 20f auf null und ändert sofort das Antriebssystem von dem Vierradantriebszustand in den Zweiradantriebszustand, um eine Beschädigung der Magnetpule 20g infolge einer durch zu starken Strom erzeugten übermäßigen Hitze zu vermeiden.

Wenn ein abnormer Strom durch die Magnetpule 20g fließt, so liefert die Abnormitätsnachweisschaltung 23f das Abnormitätssignal PA des logischen Wertes "1" an die ODER-Schaltung 35b des fehlersicheren Abschnitts 35. Daher wird auch in diesem Falle das Flipflop 35d gesetzt, und der fehlerfreie Abschnitt 35 schneidet die Stromversorgung zu der Magnetpule 20g ab und ändert sofort das Antriebssystem in den Zweiradantriebszustand auf dieselbe Weise.

Das Regelsystem der ersten Ausführungsform hält normalerweise die Eingriffskraft der Übertragungskupplung 16 auf einem Wert größer oder gleich dem Wert, der etwa der Hälfte der Motorbremsung entspricht, und sichert auf diese Weise die Stabilität des Fahrzeuges durch ordnungsgemäße Verteilung des Motorbremsdrehmoments zwischen der Vorder- und Hin-

terachse.

Eine zweite Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist in Fig. 14 dargestellt. Das Regelsystem der zweiten Ausführungsform ist so ausgebildet, daß es die Übertragungskupplungseingriffskraft so steuert, daß diese gleich einem Wert ist, welcher dem Ausmaß der Motorbremsung entspricht, wenn die Bremsen betätigt werden und die Antischlupfregelung eingeleitet wird.

In dem Regelsystem gemäß der zweiten Ausführungsform ist der Höhenauswahlschalter 38 weggelassen, und die erste beziehungsweise zweite Kupplungseingriffskraft T_M beziehungsweise T_{EB} des ersten beziehungsweise zweiten Kupplungseingriffskraftberechnungsabschnitts 31 beziehungsweise 33 werden einzeln und direkt als Eingangsgrößen dem analogen Multiplexer 36 zugeführt. Weiterhin wird die erste Kupplungseingriffskraft T_M des ersten Abschnitts 31 dem Kupplungseingriffskraftabnahmeabschnitt 32 eingegeben, und das Steuersignal MR wird von dem Antischlupfregelabschnitt 29 an den Multiplexer 36 gesendet. Der analoge Multiplexer 36 der zweiten Ausführungsform ist zur Auswahl der ersten Kupplungseingriffskraft T_M ausgebildet, wenn das erste und zweite Abnormitätsnachweissignal AB_1 beziehungsweise AB_2 , das manuelle Auswahlsignal MB und das Regelsignal MR des Antischlupfregelabschnitts 29 sämtlich gleich "0" sind, ist so ausgebildet, daß die zweite Kupplungseingriffskraft T_{EB} ausgewählt wird, wenn das erste und zweite Abnormitätsnachweissignal AB_1 beziehungsweise AB_2 beide "0" und das Antischlupfregelsignal MR "1" sind, ist so ausgebildet, daß die fehlerfreie Kupplungseingriffskraft T_{FS} des Abnahmeabschnitts 32 ausgewählt wird, wenn das erste Abnormitätsnachweissignal AB_1 "1" ist, und ist weiterhin so ausgebildet, daß die Kupplungseingriffskraft T_0 von null des Schaltkreises 36a ausgewählt wird, wenn das zweite Abnormitätsnachweissignal AB_2 gleich "1" ist, und ist zur Auswahl der maximalen Kupplungseingriffskraft T_{4w} des Schaltkreises 36b ausgebildet, wenn das manuelle Auswahlsignal MS gleich "1" ist. In den übrigen Punkten ist das Regelsystem der zweiten Ausführungsform im wesentlichen gleich dem Regelsystem der ersten Ausführungsform.

Wenn das Gaspedal gelöst und das Bremspedal niedergedrückt wird während einer Bewegung des Fahrzeuges, so wird der Antischlupfregelabschnitt 29 in Betrieb versetzt und liefert das Antischlupfregelsignal MR des logischen Wertes "1" an den analogen Multiplexer 36.

In Reaktion auf dieses Regelsignal MR von dem Antischlupfregelabschnitt 29 wählt der analoge Multiplexer 36 die zweite Kupplungseingriffskraft T_{EB} anstelle der ersten Kupplungseingriffskraft T_M aus, und der Antriebskraftverteilungsregelabschnitt 28 regelt den Anregungsstrom der Magnetspule 20g entsprechend der zweiten Kupplungseingriffskraft T_{EB} . In diesem Falle bestimmt die Motorgeschwindigkeitsberechnungsschaltung 35a die Motorgeschwindigkeit V_E aus dem Ausgangssignal des Kurbelwinkelsensors 24, und die zweite Kupplungseingriffskraftberechnungsschaltung 33b bestimmt die verhältnismäßig geringe zweite Kupplungseingriffskraft T_{EB} entsprechend etwa der Hälfte des Ausmaßes der Bremswirkung des Motors durch Verwendung der Gleichung (3). Die derart bestimmte Kupplungseingriffskraft T_{EB} wird durch den analogen Multiplexer 36 und die Ausgangsschaltung 37 an die Magnetspule 20g des Druckregelventils 20f gesendet.

Auf diese Weise setzt das Regelsystem gemäß der zweiten Ausführungsform die zweite Kupplungsein-

griffskraft T_{EB} die von der Motorgeschwindigkeit abhängt, während der Antischlupfregelung ein und verteilt das Motorbremsmoment zwischen den Vorderrad- und Hinterrädern, so daß eine Drehung des Fahrzeuges um die Vertikalachse verhindert wird und die Stabilität des Fahrzeuges aufrechterhalten wird. In diesem Fall ist die zweite Kupplungseingriffskraft T_{EB} , die etwa der Hälfte des Ausmaßes der Motorbremsung entspricht, genügend niedrig in bezug auf das während der Antischlupfregelung erzeugte Bremsdrehmoment, so daß die Vorderradgeschwindigkeit V_{WF} und die Hinterradgeschwindigkeit V_{WR} nicht synchronisiert werden, sondern asynchron zueinander gehalten werden, und daneben werden beide Radgeschwindigkeiten verringert. Daher kann dieses Regelsystem eine ordnungsgemäße Leistung der Antischlupfregelung sicherstellen.

In dem konventionellen Regelsystem, im Gegensatz zu dem Regelsystem gemäß dieser Ausführungsform, wird das Antriebssystem während der Antischlupfregelung in den Zweiradantriebszustand gebracht, und das gesamte Ausmaß der Motorbremsung wird auf die Hinterräder gebracht. Daher variiert die Hinterradgeschwindigkeit V_{WR} entlang einer Kurve einer Zweipunktkettenlinie in Fig. 15, welche durch die Balance zwischen dem Ausmaß der Motorbremsung und dem Drehmoment der Straßenoberfläche bestimmt wird und welche deutlich verschieden ist von der Vorderradgeschwindigkeit V_{WF} , so daß das Verhalten des Fahrzeuges instabil wird, insbesondere wenn die Antischlupfregelung in Betrieb ist während einer Fahrt mit hoher Geschwindigkeit auf einer rutschigen Straße mit einem niedrigen Reibungskoeffizienten.

In der zweiten Ausführungsform wird die Kupplungseingriffskraft, die von dem Ausmaß der Motorbremsung abhängt, während der Antischlupfbremsregelung ausgewählt. Allerdings ist es optimal, eine Einrichtung zur Bestimmung eines Abbremszustandes des Fahrzeuges einzusetzen, beispielsweise einen Gaspedalschalter zur Feststellung einer Lösung des Gaspedals oder einen Bremsenschalter zur Feststellung eines Niederdrückens des Bremspedals, oder eine Einrichtung zur Feststellung des Abbremszustandes aus der Fahrzeuggeschwindigkeit, die durch den Fahrzeuggeschwindigkeitssensor festgestellt wird. In diesem Falle regelt das Regelsystem die Kupplungseingriffskraft der Übertragungskupplung entsprechend der zweiten Kupplungseingriffskraft T_{EB} , die abhängig von dem Ausmaß der Motorbremsung ist, wenn das Gaspedal gelöst oder das Bremspedal niedergedrückt wird oder wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit abnimmt.

Bei der ersten und der zweiten Ausführungsform wird das Ausmaß der Motorbremsung abgeschätzt durch Verwendung des Kurbelwinkelsensors 24 und der Motorgeschwindigkeitsberechnungsschaltung 33a zur Berechnung der Motorgeschwindigkeit V_E . Es ist allerdings bei der vorliegenden Erfindung möglich, einen Gaspedalöffnungsgrad zu verwenden, ein Getriebeübersetzungsverhältnis oder eine Kombination der Motorgeschwindigkeit und des Getriebeübersetzungsverhältnisses oder die Fahrzeuggeschwindigkeit anstelle der Motorgeschwindigkeit.

Fig. 16 zeigt eine Anordnung, welche den Gaspedalöffnungsgrad als einen Parameter zur Abschätzung des Ausmaßes der Motorbremsung verwendet. In dieser Ausführungsform ersetzt ein Gaspedalsensor 91 den Kurbelwinkelsensor 24, der bei der ersten und zweiten Ausführungsform verwendet wird, und die Kombination einer Berechnungsschaltung 92 für den Gaspeda-

öffnungsgrad und einer Berechnungsschaltung 93 für die zweite Kupplungseingriffskraft ersetzt den zweiten Kupplungseingriffskraftberechnungsabschnitt 33 der ersten und zweiten Ausführungsform. Der Gaspedal-sensor 91 bestimmt den Gaspedalöffnungsgrad (oder den Drosselklappenöffnungsgrad der Drosselklappe des Motors) durch Abfühlen des Niederdrückgrades des Gaspedals oder der Lage der Drosselklappe oder der Lage eines anderen bewegbaren Elements des Beschleunigungssystems des Fahrzeuges. Die Berechnungsschaltung 92 berechnet die Gaspedalöffnung Θ durch Verwendung des Ausgangssignals des Gaspedal-sensors 91, und die zweite Kupplungseingriffskraftberechnungsschaltung 93 berechnet die zweite Kupplungseingriffskraft T_{EB} in Übereinstimmung mit dem Gaspedalöffnungsgrad Θ . Das Ausmaß der Motorbremsung ist umgekehrt proportional zu dem Gaspedalöffnungsgrad. Daher bestimmt die Schaltung 93 die zweite Kupplungseingriffskraft T_{EB} unter Verwendung der folgenden Gleichung (5) und verringert die zweite Kupplungseingriffskraft T_{EB} linear in bezug auf einen Anstieg des Gaspedalöffnungsgrades Θ , wie in Fig. 17 gezeigt ist.

$$T_{EB} = -b\theta + b\Theta_1 \quad (5)$$

Fig. 18 zeigt eine Anordnung zur Verwendung des Getriebeübersetzungsverhältnisses. Das Ausmaß der Motorbremsung ist proportional dem Übersetzungsverhältnis G des Getriebes 5. Daher fühlt in der in Fig. 18 dargestellten Anordnung ein Getriebepositionssensor 94 die Übersetzungsposition des Getriebes 5 ab, eine Berechnungsschaltung 95 berechnet das Übersetzungsverhältnis G unter Verwendung des Ausgangssignals des Getriebepositionssensors 94, und eine Kupplungseingriffskraftberechnungsschaltung 96 bestimmt die zweite Kupplungseingriffskraft T_{EB} entsprechend dem Übersetzungsverhältnis G . In diesem Beispiel ist die Schaltung 96 so ausgebildet, daß sie die zweite Kupplungseingriffskraft T_{EB} bestimmt durch Multiplizieren einer Hälfte eines vorbestimmten Wertes T_S (8 kgm, beispielsweise) mit dem Getriebeübersetzungsverhältnis G . Daher gilt $T_{EB} = T_S \times 0,5 \times G$.

Die in Fig. 18 dargestellte Anordnung kann anstelle der Kombination der Kurbelwinkelsensoren 24 und der Schaltkreise 33a und 33b in dem Regelsystem der ersten oder zweiten Ausführungsform verwendet werden.

Weiterhin kann wahlweise die zweite Kupplungseingriffskraft T_{EB} fest auf einem Wert gleich der Hälfte des vorbestimmten Wertes T_S gehalten werden. In diesem Fall wird die genügende Verteilung der Motorbremskraft zumindest im vierten Gang des Getriebes sichergestellt, da das Übersetzungsverhältnis des vierten Ganges gleich eins ist.

In einem in Fig. 19 dargestellten Beispiel wird die zweite Kupplungseingriffskraft T_{EB} entsprechend der Motorgeschwindigkeit und dem Übersetzungsverhältnis bestimmt. Wie aus Fig. 19 hervorgeht, ist die zweite Kupplungseingriffskraft T_{EB} konstant gleich null, wenn die Motorgeschwindigkeit niedriger ist als ein vorbestimmter Schwellenwert, und wird entlang einer geraden Linie erhöht bei einem Anstieg der Motorgeschwindigkeit, wenn die Motorgeschwindigkeit höher als der Schwellenwert ist. Die Steigung der geraden Linie wird entsprechend dem Übersetzungsverhältnis variiert, so daß die Linie allmählich flacher wird in der Reihenfolge des ersten, zweiten, dritten und vierten Ganges. Das in Fig. 19 dargestellte Beispiel erfordert den Gangposi-

tionssensor 94 und Übersetzungsverhältnisberechnungsschaltung 95, um das Übersetzungsverhältnis zu dem Kurbelwinkelsensor 24 und der Motorgeschwindigkeitsberechnungsschaltung 33a.

In einem in Fig. 20 dargestellten Beispiel ist die zweite Kupplungseingriffskraft T_{EB} proportional der annähernden Fahrzeuggeschwindigkeit V_i , die durch die Feststellungsschaltung 62 für die annähernde Fahrzeuggeschwindigkeit bestimmt wird. In diesem Falle ist der zweite Kupplungseingriffsberechnungsabschnitt 33 mit dem Berechnungsabschnitt 62 für die annähernde Fahrzeuggeschwindigkeit verbunden und bestimmt T_{EB} durch Multiplizieren von V_i mit einer vorbestimmten Konstanten.

Die vorliegende Erfindung ist nicht nur bei einem Fahrzeug einsetzbar, bei welchem die Hinterräder die primären Antriebsräder darstellen, sondern ist auch bei einem Fahrzeug einsetzbar, bei dem die Vorderräder die primären Antriebsräder darstellen. Wenn die Vorderräder primär und ständig mit der Abtriebswelle des Getriebes verbunden sind, wird die Geschwindigkeitsdifferenz DV der Vorder- und Hinterräder bestimmt aus:

$$DV = 2V_{WF} - V_{WRL} - V_{WRR}$$

Bei der vorliegenden Erfindung kann eine elektromagnetische Kupplung oder eine Kupplung irgendeiner anderen Art als die Übertragungskupplung 16 eingesetzt werden, solange sie kontinuierlich ein Drehmoment variieren kann, welches durch sie übertragen wird.

Es ist möglich, die Hydraulikeinheit 20 auf verschiedene Arten anzuordnen. Beispielsweise kann die Ölpumpe 20c durch den Motor 1 anstatt durch den Elektromotor angetrieben werden. Das Druckregelventil 20f kann durch ein Druckreduzierventil ersetzt werden, ein Abblasventil oder irgendein anderes Regelventil, welches elektrisch gesteuert werden kann und welches den Fluiddruck kontinuierlich steuern kann.

Die Regelung 25 gemäß der vorliegenden Erfindung kann auf unterschiedliche Weise ausgebildet sein. Die Regelung 25 kann in Form einer Kombination elektrischer Schaltkreise oder eines oder mehrerer Mikrocomputer vorliegen. Der Antriebskraftverteilungsregelabschnitt 28 und der Antischlupfregelabschnitt 29 müssen nicht als einheitliche Einheit ausgebildet sein, sondern können aus zwei getrennten Einheiten bestehen.

Patentansprüche

1. Regelsystem zur Verteilung der Antriebskraft für ein Fahrzeug, gekennzeichnet durch:

eine Betätigungseinrichtung zum Variieren eines Antriebskraftverteilungsverhältnisses einer Antriebskraft, welche von einem Motor des Fahrzeuges an sekundäre Antriebsräder des Fahrzeuges übertragen wird, zu einer Antriebskraft, welche von dem Motor an primäre Antriebsräder des Fahrzeuges übertragen wird, entsprechend einem Antriebskraftverteilungsregelsignal,

eine Einrichtung zur Bestimmung eines Ausmaßes der auf das Fahrzeug ausgeübten Motorbremsung und

eine Regeleinrichtung zum Steuern des Antriebskraftverteilungsverhältnisses durch Erzeugung des Regelsignals entsprechend dem Ausmaß der Motorbremsung, welches durch die Bestimmungseinrichtung festgestellt wird.

2. Regelsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Regelsystem weiterhin eine Einrichtung zum Abfühlen eines Abbremszustandes des Fahrzeuges aufweist und daß die Regeleinrichtung das Regelsignal entsprechend dem Ausmaß der Motorbremsung erzeugt, wenn der Abbremszustand festgestellt wird.
3. Regelsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Regeleinrichtung eine erste Regeleinrichtung zum Steuern des Antriebskraftverteilungsverhältnisses kontinuierlich entsprechend einem ersten Betriebszustand des Fahrzeuges aufweist und eine zweite Regeleinrichtung zum Steuern des Antriebskraftverteilungsverhältnisses auf einem solchen Pegel, daß eine durch den Motor des Fahrzeuges erzeugte Bremskraft dazu veranlaßt wird, zwischen den primären und sekundären Antriebsrädern verteilt zu werden, und daß sich die primären und sekundären Antriebsräder mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten drehen können.
4. Regelsystem nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Regeleinrichtung weiterhin eine Auswahleinrichtung zum Empfang eines ersten Regelsignals aufweist, welches durch die erste Regeleinrichtung erzeugt wird, und zum Empfang eines zweiten Regelsignals, welches durch die zweite Regeleinrichtung erzeugt wird und nur entweder das erste oder das zweite Regelsignal ausgibt.
5. Regelsystem nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswahleinrichtung normalerweise das erste Regelsignal ausgibt und das zweite Regelsignal ausgibt, um zu verhindern, daß die durch den Motor erzeugte Bremskraft nur zu den primären Antriebsrädern übertragen wird.
6. Regelsystem nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Regeleinrichtung mit ersten Sensoreinrichtungen zum Abfühlen des ersten Betriebszustandes verbunden ist und daß die zweite Regeleinrichtung mit zweiten Sensoreinrichtungen verbunden ist, um einen zweiten Betriebszustand des Fahrzeuges abzutasten, welcher das Ausmaß der Motorbremsung beeinflußt.
7. Regelsystem nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Sensoreinrichtung eine Einrichtung zum Abtasten des zweiten Betriebszustandes ist, welcher ein Betriebszustand einer Motorgeschwindigkeit des Motors ist, eine Gaspedalposition des Motors, ein Übersetzungsverhältnis eines Getriebes des Fahrzeuges und eine Fahrzeuggeschwindigkeit.
8. Regelsystem nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Sensoreinrichtung eine Einrichtung zum Abfühlen der Motorgeschwindigkeit aufweist und daß die zweite Regeleinrichtung das zweite Regelsignal mit dem Anstieg der Motorgeschwindigkeit erhöht.
9. Regelsystem nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Regeleinrichtung das zweite Regelsignal auf einem Wert von gleich null hält, wenn die Motorgeschwindigkeit niedriger ist als ein vorbestimmter Geschwindigkeitswert, und linear mit einem Anstieg der Motorgeschwindigkeit ansteigt, wenn die Motorgeschwindigkeit höher ist als der vorbestimmte Geschwindigkeitswert.
10. Regelsystem nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Sensoreinrichtung weiterhin eine Einrichtung zur Abtastung des Übersetzungsverhältnisses des Getriebes aufweist und daß

- die zweite Regeleinrichtung das zweite Regelsignal erhöht mit einem Anstieg der Motorgeschwindigkeit oberhalb eines vorbestimmten Geschwindigkeitswertes mit einer Anstiegsrate, die erhöht wird, wenn das Übersetzungsverhältnis zunimmt.
11. Regelsystem nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Sensoreinrichtung eine Einrichtung für einen Drosselklappenöffnungsgrad des Motors durch Abtasten einer Position eines bewegbaren Teils eines Beschleunigungssystems des Motors aufweist und daß die zweite Regeleinrichtung das zweite Regelsignal von einem vorbestimmten Maximalwert auf null verringert, wenn die Drosselklappenöffnung von null an ansteigt.
12. Regelsystem nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Sensoreinrichtung eine Einrichtung zum Abtasten des Übersetzungsverhältnisses des Getriebes aufweist und daß die zweite Regeleinrichtung das zweite Regelsignal auf einen Wert gleich einem Produkt setzt, welches erhalten wird durch Multiplizieren eines vorbestimmten Wertes mit dem Übersetzungsverhältnis.
13. Regelsystem nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Sensoreinrichtung eine Einrichtung zur Abschätzung der Fahrzeuggeschwindigkeit des Fahrzeuges aufweist und daß die zweite Regeleinrichtung das zweite Regelsignal proportional zu der Fahrzeuggeschwindigkeit erhöht.
14. Regelsystem nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswahleinrichtung das zweite Regelsignal auswählt, wenn das erste Regelsignal niedriger ist als das zweite Regelsignal.
15. Regelsystem nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Regelsystem weiterhin eine Einrichtung zur Abtastung eines Abbremszustandes des Fahrzeuges aufweist und daß die Auswahleinrichtung das zweite Regelsignal auswählt, wenn der Abbremszustand festgestellt wird.
16. Regelsystem nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Regelsystem weiterhin eine Antischlupfbremsregeleinrichtung zum Regeln eines Bremssystems des Fahrzeuges aufweist.
17. Regelsystem nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswahleinrichtung das zweite Regelsignal auswählt, wenn die Antischlupfeinrichtung in Betrieb ist.
18. Regelsystem nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Sensoreinrichtung eine Einrichtung zur Bestimmung einer Radgeschwindigkeitsdifferenz aufweist, die eine Differenz darstellt, welche erhalten wird durch Subtrahieren einer Radgeschwindigkeit der sekundären Räder von einer Radgeschwindigkeit der primären Räder, und daß die erste Regeleinrichtung kontinuierlich das erste Regelsignal entsprechend der Geschwindigkeitsdifferenz erhöht.
19. Regelsystem nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Sensoreinrichtung eine Einrichtung zur Abtastung einer Querbewegung des Fahrzeuges umfaßt und daß die erste Regeleinrichtung das erste Regelsignal verringert, wenn die Querbewegung zunimmt.
20. Regelsystem nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die primären Antriebsräder die Hinterräder des Fahrzeuges darstellen und die sekundären Antriebsräder die Vorderräder des Fahrzeuges und daß die Betätigungseinrichtung eine Über-

tragungskupplung, welche eine Antriebs-
verbindung zwischen dem Motor und den zweiten
Antriebsrädern unterbrechen kann, ohne eine An-
triebsverbindung zwischen dem Motor und den pri-
mären Antriebsrädern zu unterbrechen, und wel- 5
che zur kontinuierlichen Variation einer Eingriffs-
kraft ausgebildet ist.

Hierzu 14 Seite(n) Zeichnungen

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

FIG. 3

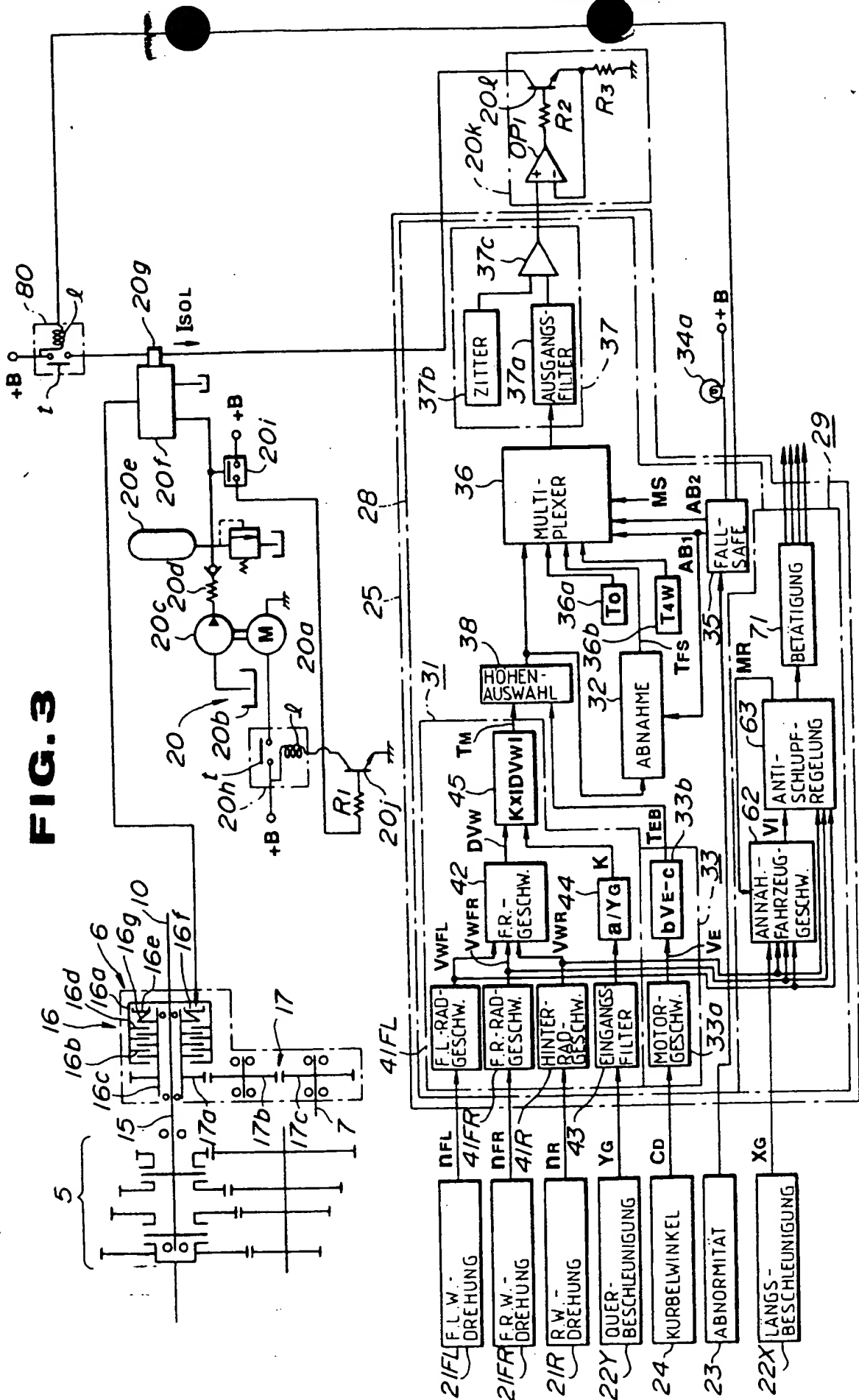


FIG. 4

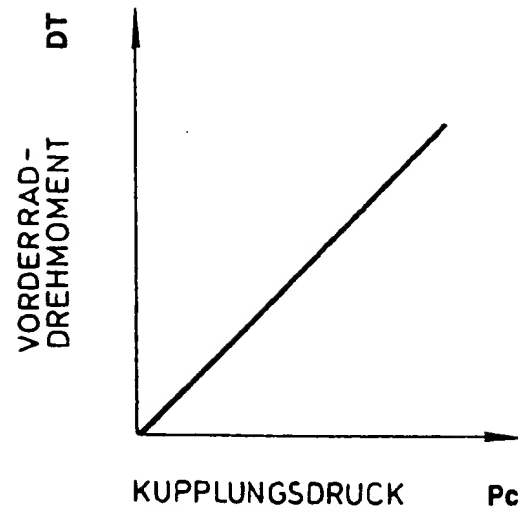


FIG. 5

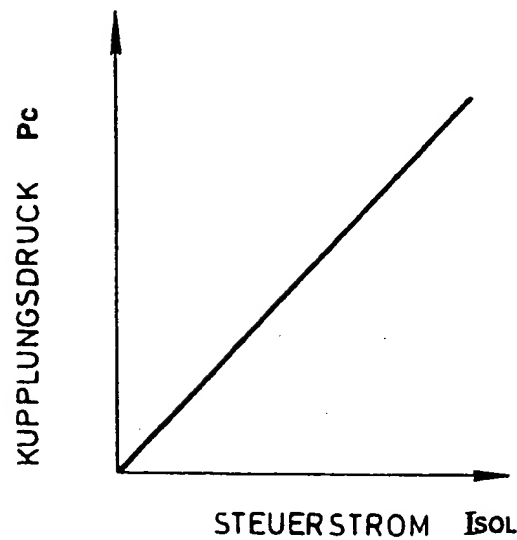


FIG. 6

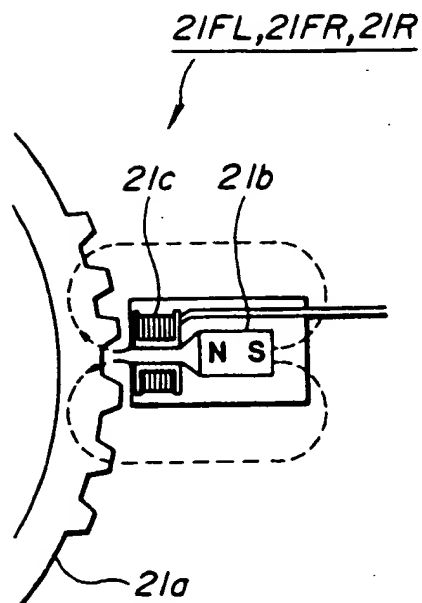


FIG. 10

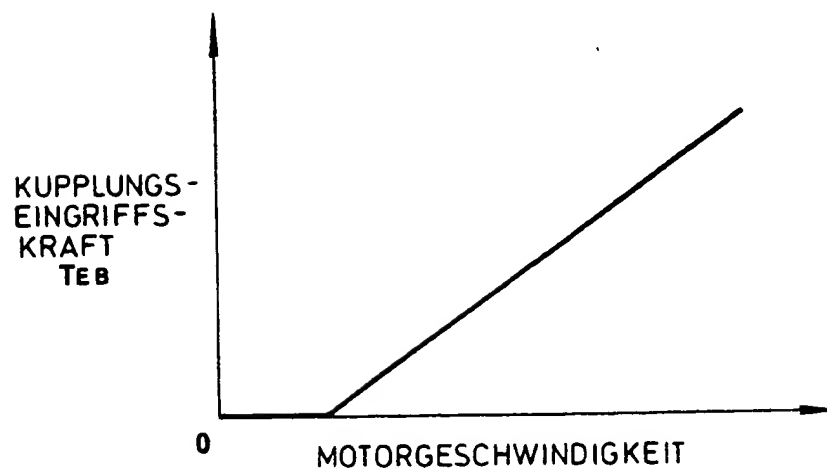


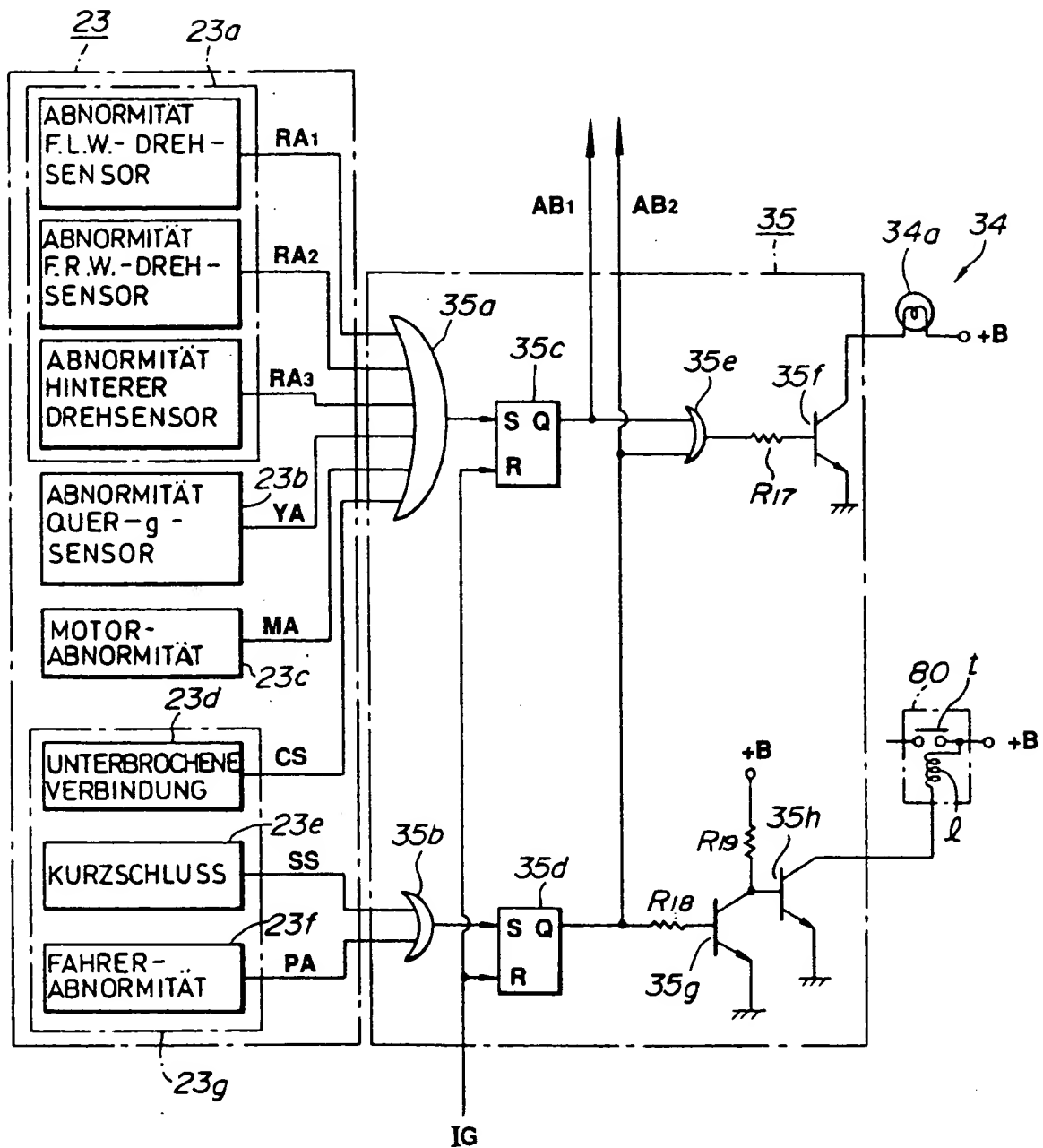
FIG. 7

FIG. 8

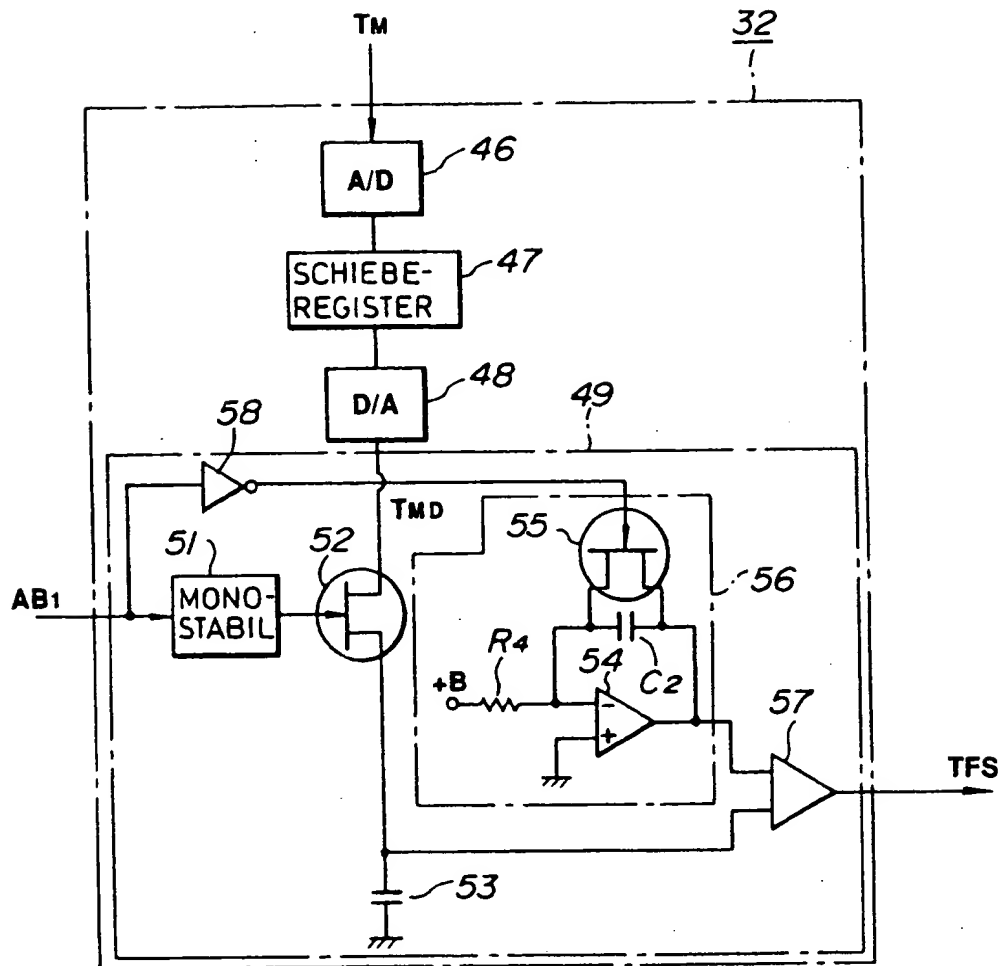


FIG. 9

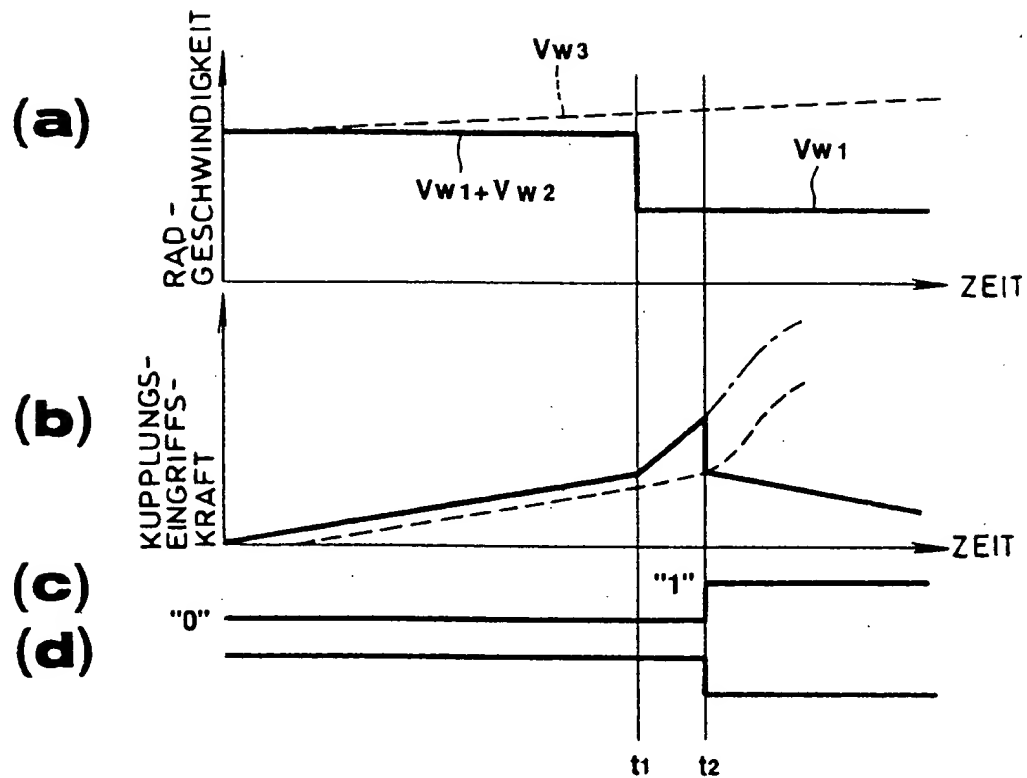


FIG. 11

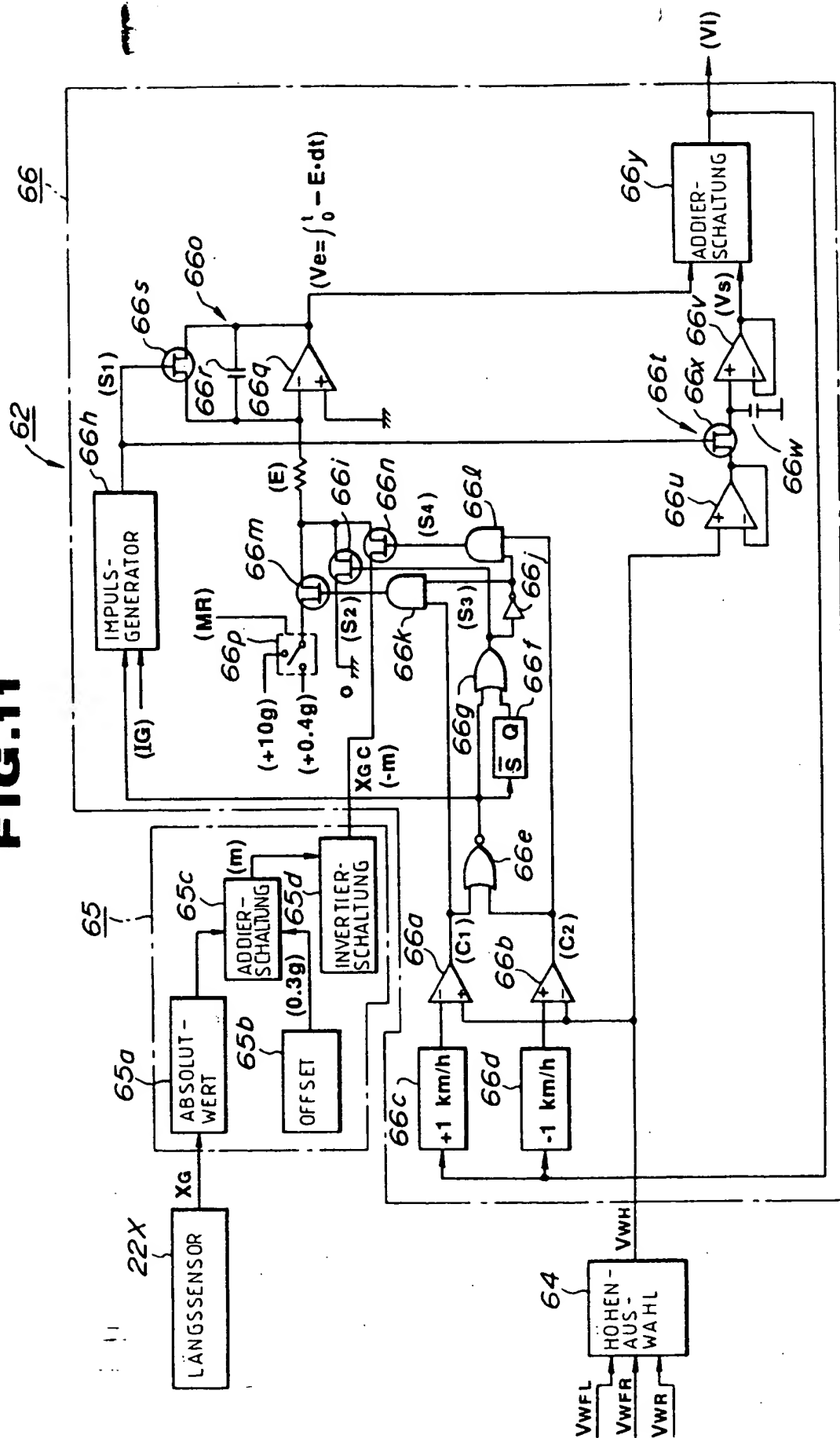


FIG. 12

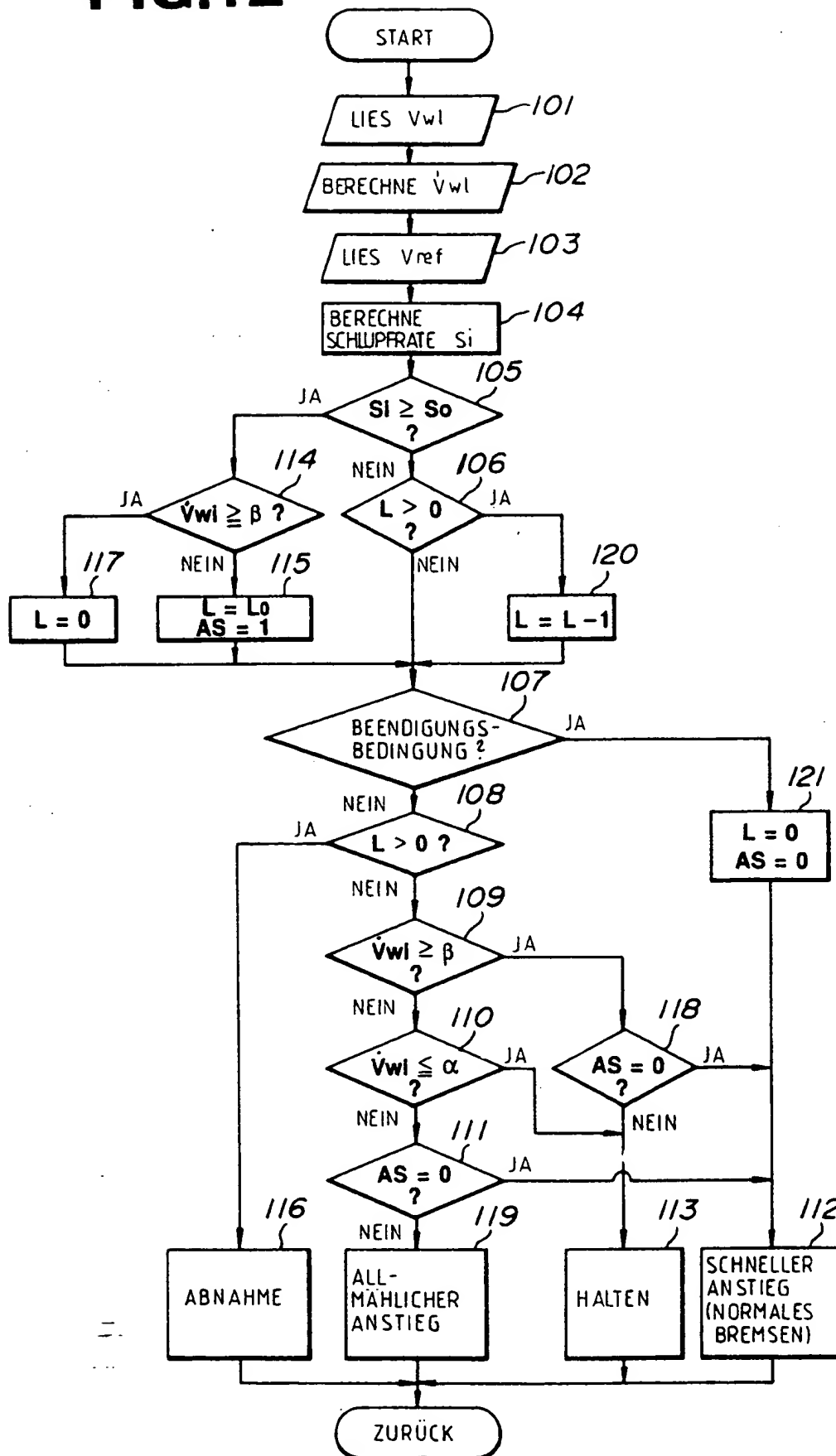


FIG.13

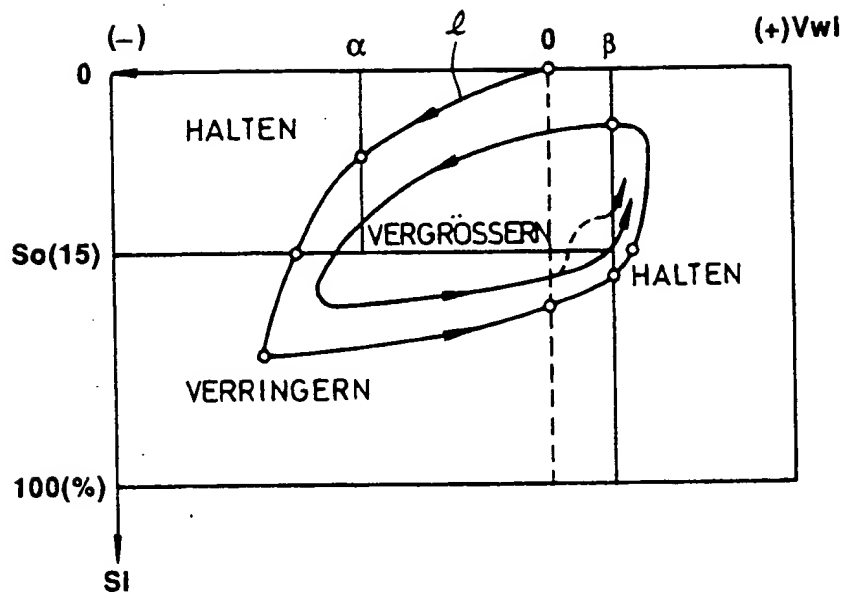


FIG.14

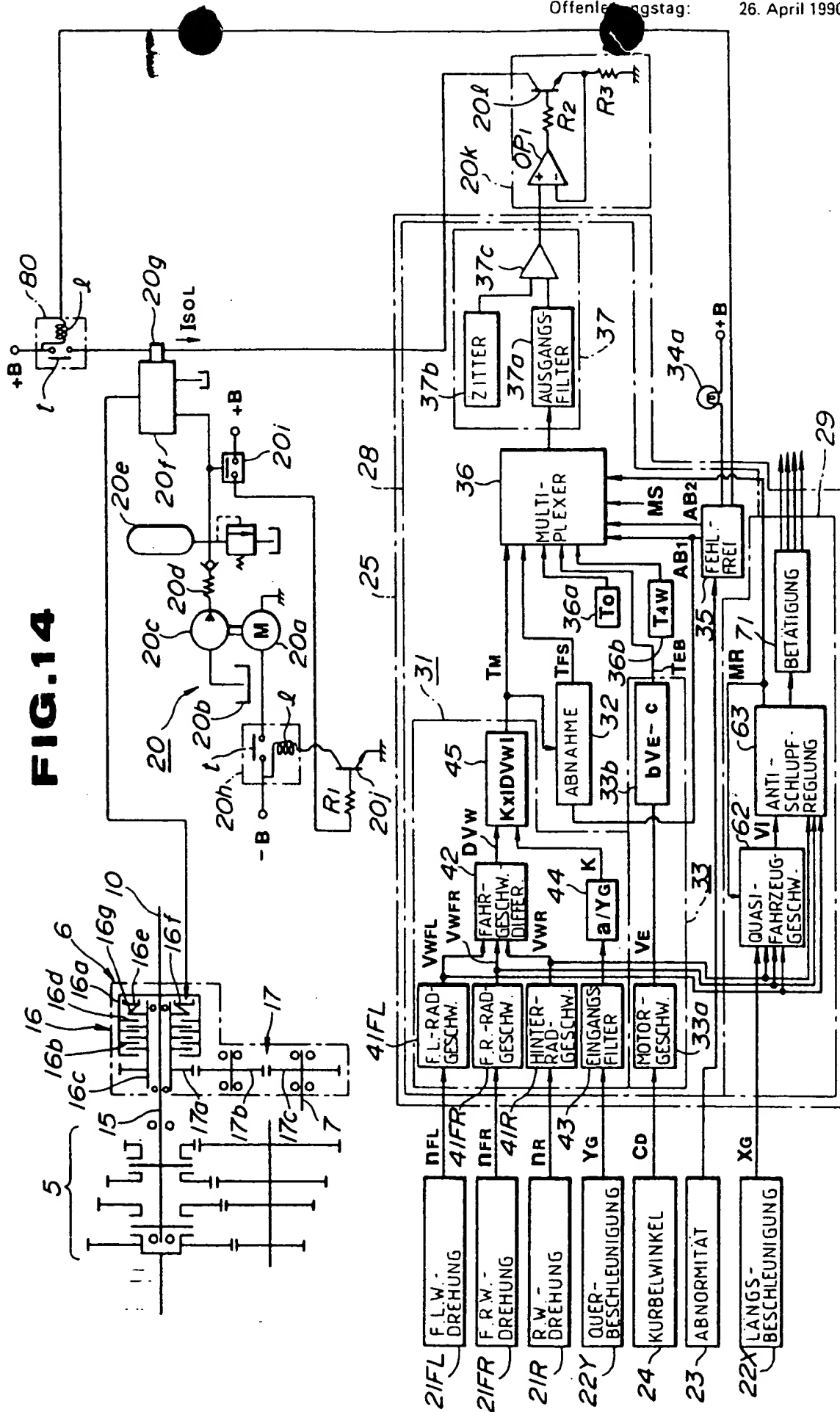


FIG.15

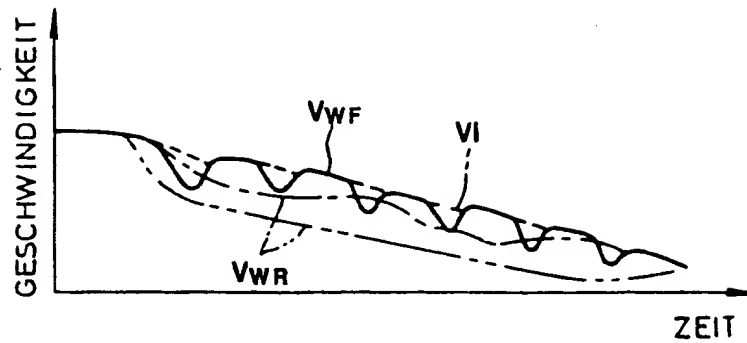


FIG.16

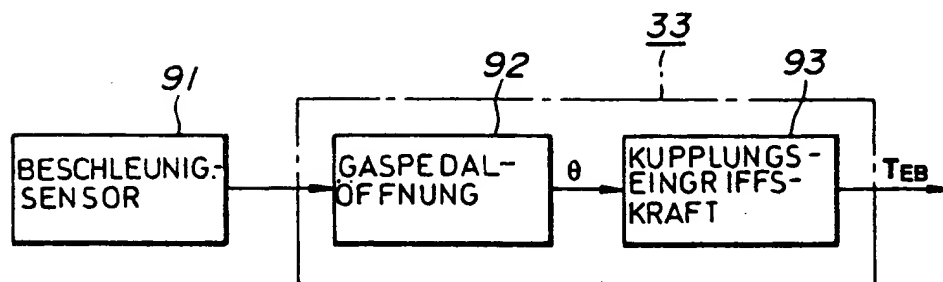


FIG.17

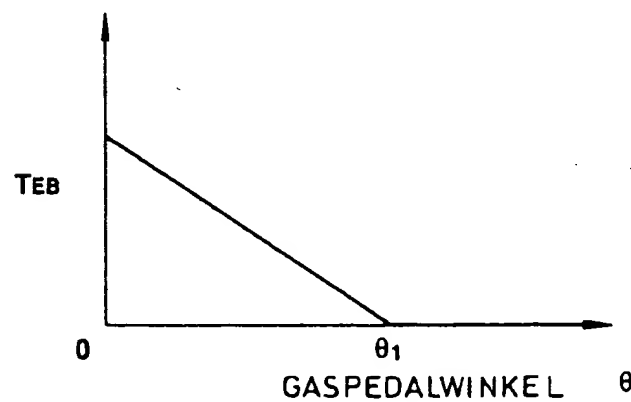


FIG.1

